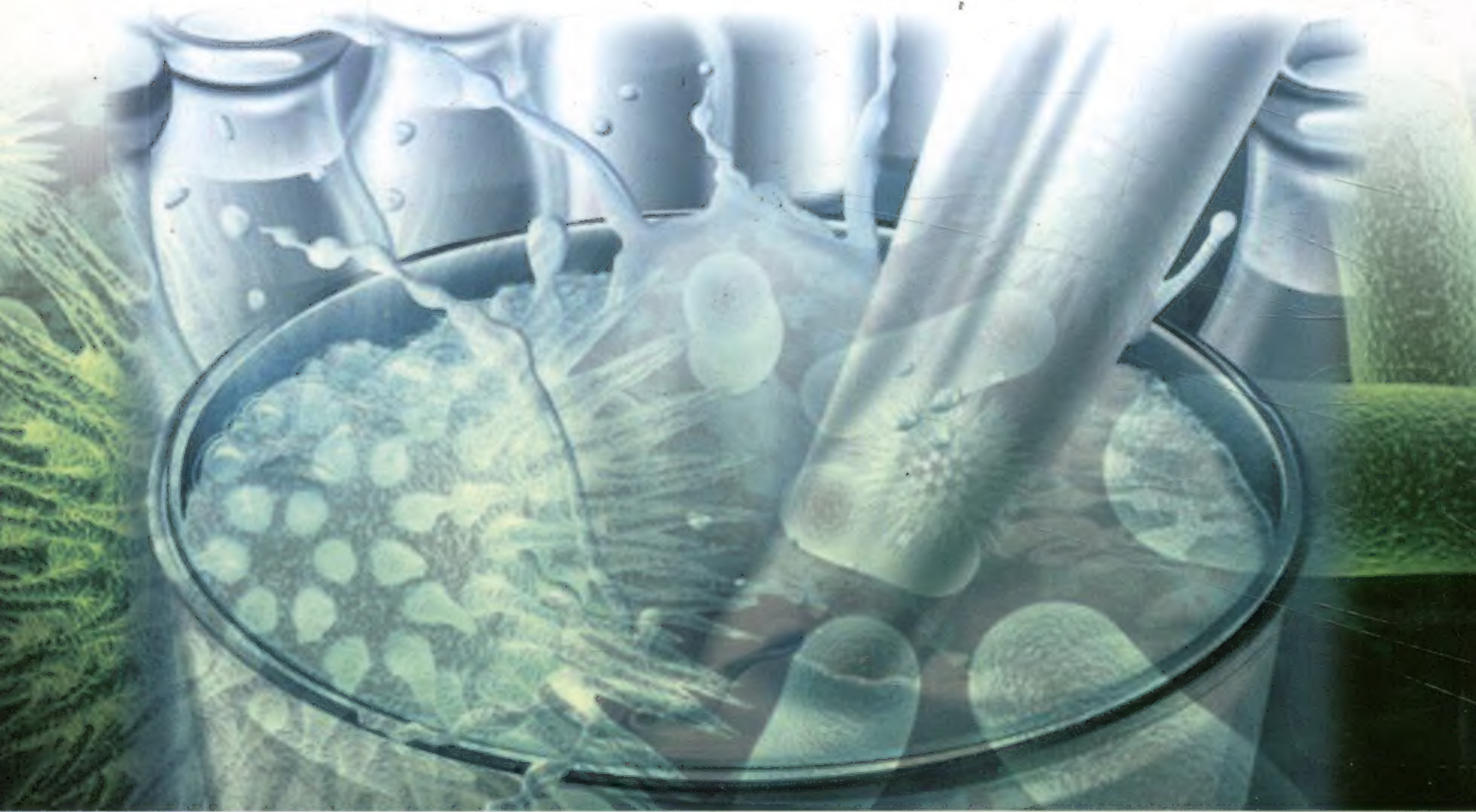


تلوث اللبن ومتجاته

مصادره ومخاطره

تأليف

الأستاذ الدكتور / عبد الجواد إمام أبوداود



المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية





المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

الحاصلة على شهادة الجودة

ISO 9002

Certificate No.: 82210

03/05/2001

تلوث اللبن ومنتجاته

مصادره ومخاطره

تلوث اللبن ومنتجاته مصادره ومخاطره

تأليف

أ.د. عبد الجواد إمام أبو داود

الأستاذ الغير متفرغ بقسم علوم وتكنولوجيا الألبان

كلية الزراعة جامعة القاهرة



الناشر

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠١٣

أبو داود، عبد الجواد إمام.
تلوث اللبـن ومنتجاته: مصادره ومخاطره / تأليف عبد الجواد إمام أبو
داود . ط ١ . - الجيزة: المكتبة الأكاديمية، ٢٠١٣.
٥٦٠ ص؛ ٢٤ سم.
تدمك: ٦-٤٨٨-٢٨١-٩٧٧-٩٧٨
١- اللبـن - تلوث.
٢- منتجات الألبان - رقابة
أ- العنوان
٦١٤.٧

رقم الإيداع: ٢٠١٢/١٤٠٣٩

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠١٣ م - ١٤٣٤ هـ

حقوق الطبع والنشر © جميع الحقوق محفوظة للناشر :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والدفع ٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٣٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

لا يجوز استنساخ أى جزء من هذا الكتاب بأى طريقة
كانت إلا بعد الحصول على تصريح كتابى من الناشر .

إهداء

إلى روح أبي وأمي الطاهرة

إلى زوجتي الغالية

إلى أبنائي الأعزاء

إلى أحفادي

ليلي

محمود

مصطفى

قائمة المحتويات

رقم الصفحة

١١	شكر وتقدير
١٢	تقديم

الجزء الأول

الملوثات : مصادرها وعلاقتها بالنشاط الحيوي

١٧	الفصل الأول: تعريفات
١٩	الفصل الثاني: مصادر ملوثات الغذاء
٢٧	الفصل الثالث: ملوثات الغذاء وعلاقتها بالنشاط الحيوي للإنسان
٢٧	- مقدمة
٢٨	- تقسيم ملوثات الغذاء حسب طريقة دخولها للجسم
٢٨	- ديناميكية توزيع الملوثات بالجسم وأماكن تخزينها
٣٣	- التأثيرات الناجمة عن التلوث بالسموم
٣٤	- مستويات التلوث بالملوثات
٣٧	- اختبارات السمية
٣٨	- فاعلية المادة السامة
٤١	- متبقيات الملوثات السامة

الجزء الثاني

التلوث الحيوي للبن ومنتجاته

٤٥	الفصل الرابع: مصادر التلوث الحيوي للبن
	الفصل الخامس: أنواع الكائنات الحية الملوثة للبن ومنتجاته والأمراض
٥١	الناجمة عنها
٥٥	الفصل السادس: سمات الميكروبات المرضية
٥٥	١- قدرة الميكروب على إحداث المرض

رقم الصفحة

٥٦	٢- ضراوة (شدة خطورة) الميكروب
٥٨	أهم النظم الهجومية للبكتريا والنظم الدفاعية للعائل
٥٨	أولاً : النظم الهجومية للبكتريا
٥٨	١- قدرة البكتريا على إنتاج السموم البكتيرية
٦٢	٢- قدرة البكتريا على إنتاج كبسولات
٦٣	٣- قدرة البكتريا على غزو الجسم
٦٤	٤- قدرة البكتريا المرضية على إنتاج العاديات
٦٤	ثانياً : النظم الدفاعية للعائل (المناعة)
٦٥	أ - الجهاز المناعي : تعريفه - خصائصه - تركيبه
٧٢	العوامل المؤثرة على كفاءة الجهاز المناعي
٧٩	ب - أنواع المناعة (النظم الدفاعية)
٧٩	١- الأنظمة الدفاعية المتخصصة
٨٠	٢- الأنظمة الدفاعية غير المتخصصة
٨٧	الفصل السابع: التلوث بالبكتريا المرضية والبكتريا المسببة للتسمم الغذائي
١٧٣	الفصل الثامن: التلوث بالفطريات
٢٢١	الفصل التاسع: التلوث بالفيروسات
٢٤٧	الفصل العاشر: مرض جنون البقر
٢٥٣	الفصل الحادي عشر: التلوث بالطفيليات
	الفصل الثاني عشر: الفساد الميكروبي للبن ومنتجاته (عيوب اللبن
٢٥٩	الميكروبية)

الجزء الثالث

التلوث غير الحيوى للبن ومنتجاته

٣٣٥	الفصل الثالث عشر: التلوث بالمعادن الثقيلة أو السامة
٣٧٧	الفصل الرابع عشر: التلوث بالمبيدات
٤٠٧	الفصل الخامس عشر: الإشعاع والتلوث بالنويات المشعة (النظائر المشعة)
٤٢٩	الفصل السادس عشر: التلوث بالعقاقير الطبية

رقم الصفحة

الفصل السابع عشر: التلوث من مواد التعبئة والتغليف ----- ٤٤٩

الفصل الثامن عشر: التلوث بالميلامين وبعض مشتقاته ----- ٤٦٣

الجزء الرابع

مواد ضارة متنوعة

الفصل التاسع عشر: مواد طبيعية باللبن تسبب متاعب صحية (حساسية)

لبعض الأفراد ----- ٤٧٣

الفصل العشرون: بعض المواد الضارة التي قد تتكون في اللبن ومنتجاته

أثناء العمليات التصنيعية والتخزين ----- ٤٨٩

الفصل الحادي والعشرون: التلوث الناتج عن بعض المواد المضافة للبن

ومنتجاته ----- ٥١٧

المراجع باللغة العربية ----- ٥٣٥

مراجع أجنبية ----- ٥٣٨

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين
سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين
أتقدم بالحمد والشكر للمولى عز وجل الذى وفقنى إلى إنجاز هذا العمل وبعد،،،
فيسعدنى أن أتقدم بالشكر والتقدير إلى كل من ساهم معى فى إنجاز هذا الكتاب
وإخراجه إلى النور، وأخص بالذكر الأستاذة الدكتورة / فوزية حسن رجب عبد ربه
الأستاذ المتفرغ بقسم علوم وتكنولوجيا الألبان كلية الزراعة جامعة القاهرة، والدكتورة
/ شيرين عبد الجواد الأستاذ المساعد بنفس القسم على ما بذلوه من جهد فى متابعة
كتابة وترتيب فصول وجداول هذا الكتاب ومراجعته. فلولا تشجيعهما وجهدهما
وعملهما الدءوب ما ظهر هذا العمل إلى النور بالصورة اللائقة.
كما أشكر السيدة / نادية أحمد إسماعيل الموظفة بنفس القسم لصبرها معى فى
الكتابة والمراجعة فلهن جميعاً أعظم الشكر.
ولا أنسى أن أنتهز هذه الفرصة لأعبر عن مدى شكرى وتقديرى لجميع أساتذتى
الذين أناروا لى طريق العلم فى مراحل تعليمى المختلفة رحم الله من رحل منهم.
والله ولى التوفيق

المؤلف

أ.د. عبد الجواد إمام أبو داود

مقدمة

يمثل التلوث بكل صورته وأشكاله (هواء - تربة - ماء - سمعى - بصرى - غذائى) أكبر التحديات للإنسان فى الوقت الحالى. ويعتبر موضوع التلوث الغذائى وأثره الضار على الإنسان والحيوان، من الموضوعات الهامة التى تشغل اهتمامات العالم. فبدلاً من أن يكون الغذاء مصدراً للطاقة والنمو وتجديد الخلايا؛ قد يصبح نتيجة تلوثه سبباً فى الإصابة بالعديد من الأمراض.

واللبن أحد مجموعات الغذاء الأساسية (الحبوب - الخضر والفاكهة - اللحوم - اللبن - الدهون والسكريات) غذاء مفيد لجميع الأعمار، ومصدر وحيد للتغذية خلال الفترة الأولى من حياة الإنسان؛ إلا أنه قد يكون لبعض مكوناته متاعب صحية لبعض الأفراد، كهؤلاء الذين يعانون من حساسية بعض هذه المكونات (اللاكتوز - البروتين). كما قد تنشأ عن بعض العمليات التكنولوجية التى يتعرض لها اللبن ومنتجاته كالمعاملات الحرارية والتخزين مواد تضر بالصحة أحياناً كالدهون المؤكسدة والأمينات الحيوية. ويضاف أحياناً للبن ومنتجاته بطريق القصد بعض المواد كالمواد الحافظة والملونات ومكسبات الطعم والرائحة والمواد المائلة ومواد الاستحلاب ومضادات الأكسدة بقصد زيادة القدرة على الحفظ وتحسين الخواص الطبيعية له ولمنتجاته. وتعتبر هذه المواد ملوثات للبن ومنتجاته إذا كان من المحذور استخدامها، أو استخدمت بنسب أعلى من المصرح بها، أو بقصد إخفاء بعض مظاهر التلف والفساد بها؛ وفى جميع هذه الحالات يعتبر التلوث المقصود نوعاً من الغش.

وقد يتعرض اللبن لنوع آخر من التلوث يعرف بالتلوث غير المقصود أو التلوث العرضى، وهو التلوث الذى يصعب تجنبه ويحدث أثناء مراحل الإنتاج والتصنيع والتخزين والتسويق والتداول، مما يؤثر على سلامة اللبن ومنتجاته، وتلوث اللبن قد يكون حيويًا (ميكروبات) أو غير حيوى. ويحدث هذا التلوث من مصادر متعددة كالماء والهواء والتربة والعليقة والحيوان والحشرات الخ.

وسوف نتناول موضوع مخاطر ملوثات اللبن ومنتجاته فى هذا الكتاب فى أربعة أجزاء.

الجزء الأول: الملوثات: مصادرها وعلاقتها بالنشاط الحيوى للإنسان

الجزء الثانى: الملوثات الحيوية للبن ومنتجاته:

- أ . ملوثات حيوية مسببة للأمراض.
- ب. ملوثات حيوية مسببة لفساد اللبن ومنتجاته.

الجزء الثالث: الملوثات الغير حيوية للبن ومنتجاته:

- أ . التلوث بالمعادن الثقيلة والسامة.
- ب. التلوث بالمبيدات الحشرية.
- ج. التلوث بالإشعاع.
- د. التلوث ببقايا المنظفات والمطهرات.
- هـ. التلوث ببقايا مواد التعبئة والتغليف.

الجزء الرابع: مواد ضارة متنوعة:

- أ- مواد توجد طبيعياً باللبن: مثل اللاكتوز والبروتين وتسبب متاعب صحية لبعض الأفراد (حساسية).
- ب- مواد تتكون نتيجة بعض العمليات التصنيعية.
- ج- مواد مضافة لإطالة مدة الحفظ أو تحسين الخواص.

الجزء الأول

الملوثات: مصادرها وعلاقتها بالنشاط الحيوى

الفصل الأول

التعريفات

الملوث: Contaminant

أى عامل بيولوجى أو كيميائى أو إشعاعى أو مواد غريبة أو أى مواد أخرى لم يعتمد إضافتها للغذاء فتؤثر على سلامة الغذاء أو ملائمته للاستهلاك.

تلوث الغذاء: Food Contamination

هو وصول أى من الملوثات السابق ذكرها إلى الغذاء أو البيئة المحيطة بالغذاء.

الغذاء الأمن: Safe Food

هو الغذاء الخالى من الملوثات والمخاطر، والذي لا يسبب أذى أو ضرراً أو مرضاً للإنسان على المستوى البعيد أو القريب؛ وذلك بناء على تحاليل معملية وتجارب على الحيوانات أو بناء على استخدامات طويلة له.

سلامة الغذاء: Food Safety

هى جميع الإجراءات اللازمة لإنتاج غذاء صحى غير ضار بصحة الإنسان.

ملائمة الغذاء: Food Suitability

ضمان قبول الغذاء للاستهلاك الأدمى طبقاً للغرض المحدد من استخدامه.

فساد الغذاء : Food Spoilage

هو أى تغير يحدث فى الغذاء، ويؤثر على خواصه، بسبب نشاط ميكروبي أو كيميائي أو ميكانيكى ضار، مما يؤدي إلى رفضه من قبل المستهلك، أو إيقافه من قبل الجهات الرقابية لعدم مطابقته للمواصفات الخاصة بشروط جودة وسلامة وصحة الغذاء.

التسمم الغذائي: Food Poisoning

هو الحالة المرضية التي تحدث نتيجة تناول غذاء إما لكونه ملوثاً بالميكروبات المرضية أو نواتجها السامة أو نتيجة تناول ملوثات كيميائية.

ميكروب مرض: Pathogenic Microbe

وصف للدلالة على قدرة ميكروب على إحداث مرض للإنسان.

مخاطر : Risks

هى احتمال حدوث تأثير ضار ومدى شدة هذا التأثير الضار المحتمل على صحة الإنسان نتيجة تناول غذاء معين.

الفصل الثانى

مصادر ملوثات الغذاء

مقدمه

ملوثات الغذاء هى مواد تصل إلى الغذاء من مصادر طبيعية كالهواء والماء والتربة بجانب التلوث الناتج من الإنسان والحيوان، وإستخدام النفايات الحيوانية وبعض المضافات الغذائية.

وسوف نتناول هنا أهم المصادر الطبيعية (الهواء والماء والتربة).

أ - الهواء

يحتوى الهواء عديداً من الملوثات لها تأثير ضار بالصحة، ومصادر هذه الملوثات إما أن يكون طبيعياً لا دخل للإنسان فيه، ويتمثل ذلك فى نواتج بعض الظواهر الطبيعية الكونية كالبراكين والمذنبات وحرائق الغابات. وقد يكون المصدر غير طبيعى، أى من صنع الإنسان مثل مخلفات المصانع (كيماوية - بترولية - أسمنت - حديد وصلب)، وعوادم السيارات، ونواتج إحتراق مخلفات المنازل والحقول والملوثات الناتجة من رش المبيدات بالطائرات والملوثات الناتجة عن التفجيرات النووية والحروب الكيماوية والبيولوجية.

وتعد ملوثات الهواء أكثر أشكال التلوث البيئى انتشاراً نظراً لسهولة انتقالها من مكان لآخر فى فترة زمنية قصيرة، وهى إما أن تكون على صورة أكاسيد غازية مثل الأكاسيد الكربونية والكبريتية والنيتروجينية. ولهذه الغازات آثار صحية سيئة نتيجة

تنفس الإنسان لها، إذ تؤدي إلى أمراض القلب وانتفاخ الرئة emphysema، وحدوث اضطرابات فى كرات الدم البيضاء، وما يتبعه من أمراض خبيثة. كما ثبت أن عمليات حرق المخلفات الصناعية والوقود ينتج عنها بعض الهيدروكربونات الحلقية العطرية (بنزوبيرين) تسبب أنواعا مختلفة من السرطان، وتزداد المشكلة مع وجود نفايات بلاستيكية تحتوى مادة البولى كلوريد الفينيل، حيث ينتج عن حرقها غاز كلوريد الأيدروجين السام. كما يحمل الهواء عناصر ثقيلة كالرصاص والزئبق والزرنيخ والكاديوم ألخ الناتجة من عوادم السيارات والمبيدات وحرق القمامة الصلبة. كما يحمل الهواء الغبار الذرى الناتج من التفجيرات النووية. وتسقط كل هذه الملوثات على التربة والماء وتنتقل عبر سلسلة الغذاء إلى النبات والحيوان والطيور والإنسان. ومن ملوثات الهواء ملوثات ميكروبية مصدرها تحلل الحيوانات والنباتات، وكذلك تلك الناتجة عن الحروب البيولوجية كالميكروبات المسؤولة عن الجمرة الخبيثة، والطاعون والحمى القلاعية والتيفوس والكوليرا ألخ.

ب - المجارى المائية

التلوث الحادث للمجارى المائية (بحار - أنهار - محيطات - آبار ...) إما أن يكون:-

١- تلوث طبيعى يغير من خواص الماء الطبيعية (لون - طعم - رائحة) كالطمي مثلاً.

٢- تلوث كيميائى: وهو من أخطر أنواع التلوث فالمواد الكيميائية التى تلوث الماء إما أن تكون قابلة للذوبان والتحلل وهى أقل ضرراً، وإما أن تكون قابلة للتراكم والتجمع فى أجسام الكائنات الحية وهى الأشد خطراً.

٣- تلوث بيولوجى: ويعنى وجود ميكروبات طفيلية مسببة للأمراض.

٤- تلوث حرارى: وينتج عن استعمال بعض المصانع للماء فى عملية التبريد كما هو الحال فى محطات توليد الكهرباء والمفاعلات النووية ومصانع الحديد والصلب، حيث تقوم هذه المصانع بصرف المياه الساخنة فى المسطحات المائية (برك - بحيرات - أنهار) مما يؤدي لارتفاع درجة حرارة مياهها، وتعرض الأحياء المائية بها للخطر، كما يعمل التلوث الحرارى للمياه على أكسدة بعض

المكونات المعدنية التي تلقيها بعض هذه المصانع، مما ينتج عنه بعض الأكاسيد السامة.

ومن أهم مصادر تلوث المياه

١ - المخلفات الصناعية

وتتضمن هذه المخلفات كثيراً من المواد العضوية (زيوت وشحوم) ومواد سامة ومعادن ثقيلة، ومواد مشعة (مفاعلات الوقود الذري، التجارب العلمية، الاستخدامات الطبية) ويكمن خطر هذه المخلفات في قدرة الكائنات البحرية على تركيزها في خلاياها رغم أن تركيزها في البحار قد لا يكون مرتفعاً بدرجة تشكل خطراً كبيراً ولكن بتناول الإنسان لهذه الكائنات فإن مابها من مخلفات سامة تنتقل إلى جسم الإنسان وهذا ما قد يفسر زيادة انتشار بعض الأمراض الخبيثة بالعالم.

ويعتبر تلوث البيئة المائية بالمواد المشعة موضوعاً معقداً، فالنشاط الإشعاعي ينتج عنه كثير من المتاعب، فالنظائر المشعة لا تسبب فقط تأثيراً مباشراً سريعاً على الكائنات الحية بل الأهم من ذلك قد تسبب تغيرات وراثية (طفرات سيئة) يكون لها أثر ضار على الأجيال التالية.

وكمية هذه المخلفات الصناعية في المياه تختلف في الدول المختلفة باختلاف درجة نشاطها الصناعي. فمثلاً تلقى الصناعات الأمريكية حوالي ٥٠٠ طن من الزئبق سنوياً بالمسطحات المائية، وتلقى الصناعات الفرنسية حوالي ٥٠ طن زئبق، و ٢٥٠ ألف طن رصاص، وهو لا يقل سمية عن الزئبق، ويقدر ما يقذف في البحار والمحيطات من الكاديوم سنوياً بحوالي ألف طن. والجميع يعلم دور هذا العنصر في هشاشة العظام وفقر الدم. وله تأثير على الأطفال المولودين من سيدات تناولت غذاء ملوثاً به؛ إذ يسبب فشلاً كلوياً وتشوهاً في هيكل الأطفال العظمى، كما حدث في إحدى مقاطعات اليابان، حيث تسبب أحد المناجم في زيادة نسبة الكاديوم في التربة والتي تستخدم في زراعة الأرز، وكان الأرز المزروع يروى بمياه نهر تصرف فيه مخلفات هذا المنجم، ويستخدم السكان هذا النهر في نفس الوقت مصدراً لمياه الشرب، وقد حدث نتيجة لذلك أن أنجب أكثر من ٢٠٠

سيدة أطفالاً مصابين بالفشل الكلوى وتشوه الهيكل العظمى، وتبين أن الأرز الذى تناولته هؤلاء السيدات يحتوى عشرة أضعاف الكمية المسموح بها من الكادميوم، كذلك الحال فى مياه الشرب.

٢- المخلفات (الملوثات) الناتجة عن الصرف الصحى

فرغم أن البحار تعتبر مركزاً طبيعياً لتصريف فضلات الإنسان حيث أن لها القدرة على التنقية الذاتية والتخلص من هذه الفضلات؛ إلا أنه نتيجة زيادة الفضلات من المدن الواقعة على السواحل وزيادة سكانها، جعلت هذه الفضلات تحمل الكثير من الملوثات الكيماوية كالصابون والمنظفات الصناعية ومخلفات آدمية غير معالجة، والأخيرة تحتوى كل مسببات نقل الأمراض إلى الإنسان (بكتريا - فيروس - طفيليات) عن طريق الفم والجلد والجروح عند الاستحمام فى هذه المياه أو تناول أسماكها، فهناك الكثير من الأمراض التى تصيب الإنسان جراء تلوث المسطحات المائية بمياه المجارى على سبيل المثال: بكتريا السلمونيلا *Salmonella* التى تتسبب فى بعض أمراض الحمى والنزلات المعوية؛ وبكتريا الشيجللا *Shigella* التى تتسبب فى أمراض الجفاف والقئ خاصة عند الأطفال؛ وبكتريا *Vibrio* التى تتسبب فى مرض الكوليرا.

٣- الملوثات الناتجة عن البترول ومخلفاته:

وهى من الملوثات الآخذة فى الزيادة عاماً بعد عام، وهى تتسرب إلى المسطحات المائية إما بطريقة لا إرادية (غير متعمد) كما هو الحال فى انفجار آبار النفط البحرية، أو بطريقة متعمدة كما حدث فى حرب الخليج والحرب العراقية الإيرانية. كما تعتمد بعض ناقلات البترول إلقاء المياه المستخدمة فى غسيل خزاناتها فى أعالي البحار، أو مقابل سواحل بعض الدول التى ليست لها تشريعات قانونية لحماية بيئتها البحرية ومياهها الإقليمية، وتلوث المياه بالبترول يشكل خطورة كبيرة على الأحياء المائية إذ يحتوى البترول الخام على مركبات سامه لهذه الأحياء، منها الهيدروكربونات العطرية والتى لها القدرة على النفاذ من جدر الأمعاء والتجمع فى الأجزاء الدهنية *Lipid pool* وهى لا تنحل بسرعة وتنتقل منها إلى الإنسان مسببة الأمراض.

وتختلف خطورة هذه المخلفات باختلاف أماكن تصريفها سواء في المياه العذبة أو المياه المالحة، إذ يكون لها تأثير بالغ إذا ما صرفت في المياه العذبة؛ حيث تكون مواداً سامه عديمة الرائحة تشكل خطراً جسيماً للإنسان إذا استعمل هذا الماء كمصدر للشرب. وتظهر خطورة التلوث النفطي للمياه المالحة على الدول التي تعتمد على تحلية مياه البحر كما هو الحال في دول الخليج، إذ تؤدي عملية تحليته المياه بطريقة التقطير إلى تبخر بعض المركبات البترولية المتطايرة وتكثفها مع بخار الماء، كما أن بعض المواد في النفط قد تذوب في الماء، وبعد التحلية تتفاعل مع الكلور المستخدم في تعقيم هذه المياه وينتج عن هذا التفاعل مواد عضوية تحدث العديد من الأمراض.

ونظراً للأخطار الجسيمة الناجمة عن تلوث المياه بالبترول فقد وضعت عدة اتفاقيات دولية وقوانين تحد من تلوث المياه الناشئ عن ناقلات البترول، إلا أن معظم هذه القوانين في كثير من الدول خاصة النامية منها تفتقر إلى الطرق العلمية التي تثبت مدى مسئولية الناقلات عن بقع الزيت هذه. إلا أنه في الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة وأوروبا أمكن استخدام تقنية الفلورة بالليزر كطريقه للتعرف عن مسئولية السفينه (معينة) عن بقعة زيت معينه، والفكرة في ذلك أن أشعة الليزر تصطدم بالنفط الذي يمتص الأشعة فيتفلور، كما تتفلور كافة الأجسام ولكن بأشكال مختلفة بحيث يمكن التفرقة بين النفط والطحالب والأجسام الأخرى الطافية، وقد أمكن تحديد شكل فلورة ٤٢ نوعاً من الزيوت منها ٢٢ نوعاً من الزيت الخام، ١٠ أنواع من زيت الوقود، ١٠ أنواع من زيوت التشحيم. وعليه يمكن بمقارنة شكل فلورة عينة من الزيت في البحر بشكل فلورة عينة من الزيت بالسفينة، وبمعرفة خط سير السفينة يمكن إثبات مسئولية السفينة المتسببة في إلقاء الزيت.

ج - التربة

لقد أدى تدخل الإنسان في النواميس الكونية، ومحاولته المستمرة لإفساد النظم البيئية بقصد زيادة إنتاجية الأرض ومقاومة الآفات أدى هذا كله إلى تلوث البيئة عامة وتلوث التربة بصفة خاصة.

ومن أهم ملوثات التربة:

١ - المخلفات الصلبة:

وهى تنتج عن المصانع والمزارع والمنازل والمطاعم، وتصل إلى التربة إما مع مياه الري أو نتيجة طمرها فيها، أو تساقط المركبات العالقة فى الهواء (معادن ثقيلة) الناتجة عن حرق هذه المخلفات، ونظراً لأن بعض هذه المخلفات لا تتحل بسهولة فى التربة مع سمية بعضها فإنها تتراكم بالتربة مع الاحتفاظ بسميتها وقد يرى البعض استخدام مياه الصرف الغير معالجة (المخلفات الأدمية) فى ري المحاصيل التى لا تؤكل طازجة، لما فى ذلك من زيادة إنتاجية الأرض وتحسين خواص التربة إلا أن ذلك قد يؤدى إلى تراكم بعض العناصر فى أنسجة النبات بصورة تسبب أضراراً للإنسان. فقد وجد أن معدل المعادن السامة فى مخلفات الإنسان تفوق الموجودة فى الأرض الزراعية ١٠٠ - ٣٠٠ مرة.

٢ - المبيدات الحشرية ومزيلات الأعشاب:

وهذه تتلوث بها التربة من جراء تساقط المبيدات عليها أثناء رش المحاصيل الزراعية، أو نتيجة معالجة التربة أو البذور بغرض وقايتها من الآفات، وكذا نتيجة تساقط أوراق النباتات المعالجة بالمبيدات، أو غسيل هذه النباتات بماء المطر وغالباً ما يتبقى جزء كبير منها (حوالى ١٥٪ من كمية المبيد المستعمل) فى التربة ليمتص النبات جزءاً كبيراً يخزنه فى ساقه وأوراقه وثماره؛ حيث تنتقل إلى الإنسان عند تغذيته عليها أو إلى الحيوانات لتظهر فى ألبانها ولحومها وبيضها مسببة أضراراً بالغة لمن يتعاطى هذه المنتجات. ومن أمثلة ذلك ما حدث فى العراق ١٩٧١، ١٩٧٢ حيث أستعمل نوع من المبيدات الحشرية يحتوى على الزئبق فى رش المحاصيل الزراعية وقد أختلط الزئبق بحبيبات التربة وامتصه النبات لينتقل بعد ذلك للإنسان، وقد أدى تسمم النباتات بالزئبق إلى موت نحو ٥٠٠ شخص وإصابة ٥٥٠٠ آخرين بأعراض تسمم. وإن كان البعض يقول أن سبب هذا التسمم يرجع إلى استيراد العراق لكمية من بذور القمح المنتقاة للإكثار والمعاملة بالزئبق (لحفظها من الفطريات) لاستخدامها فى الزراعة، ولكن حدث بطريق الخطأ طحنها واستخدامها فى صناعة الخبز.

٣- التلوث بالأسمدة الكيماوية:

إذ تنتقل مكونات هذه الأسمدة من التربة إلى النبات والحيوان فالإنسان. وقد يكون لبعضها أثر ضار على صحة الإنسان، خاصة النترات والنتريت إذ تسبب نوعاً من فقر الدم عند الأطفال، وسرطان البلعوم والمثانة عند الكبار، ويقال أن النترات قد تتحول إلى نتريت في الخضروات ببعض الأنزيمات مما يزيد من فرصة تفاعلها مع ملوثات أخرى مكونة مادة Nitrosamine وهي مادة مطفرة ومسرطنة.

الفصل الثالث

ملوثات الغذاء وعلاقتها بالنشاط الحيوى للإنسان

نتناول فى هذا الموضوع بجانب المقدمة:

١- تقسيم ملوثات الغذاء حسب طريقة دخولها للجسم

٢- ديناميكية توزيع الملوثات بالجسم وأماكن تخزينها

٣- التأثيرات الناجمة عن التلوث بالسموم

٤- مستويات التسمم الناتجة عن الملوثات

٥- اختبارات السمية

٦- فاعلية المادة السامة

٧- متبقيات الملوثات السامة

مقدمه

كثير من ملوثات الغذاء عبارة عن مواد سامة، قد تكون كيميائية كالعناصر المعدنية الثقيلة والمبيدات وبعض العقاقير، وقد تكون عبارة عن مواد ناتجة عن التمثيل الغذائى للكائنات الحية كالسموم البكتيرية والفطرية والحشرية والنباتية....الخ.

وتعرف المواد السامة بأنها مواد تسبب ضرراً للكائن الحى بتعرضه لها، ويتوقف الأثر الضار على مقدار الجرعة أو التركيز الذى يتعرض له الكائن الحى. ويحدث الأثر أو التأثير الضار بعد وصول المادة السامة أو نواتج تمثيلها لمكان تأثيرها بالقدر المناسب والصورة المناسبة مع توفير الوقت الكافى للتعرض لها.

١ - تقسيم ملوثات الغذاء حسب طريقة دخولها للجسم

تقسم هذه السموم (الملوثات) حسب طريقة دخولها للجسم سواء كانت هذه السموم (الملوثات) من مصدر حيوى أو غير حيوى إلى:

١- سموم معوية: ومن أمثلتها المعادن الثقيلة؛ وهى تدخل إلى الجسم مع الغذاء عن طريق الفم إلى القناة المعد معوية gastrointestinal حيث تنفذ وتمتص خلال جدر الخلايا المبطنة للأمعاء، وتتفاعل مع أو ترتبط ببعض الأحماض الأمينية المكونة لبروتوبلازم الخلايا الطلائية المبطنة للأمعاء.

٢- سموم تنفسية: ومن أمثلتها المواد الغازية والمتطايرة كالأيروسولات والمبيدات الحشرية وتدخل الجسم عن طريق الجهاز التنفسى.

٣- سموم بالملامسة: ومن أمثلتها مجموعة المبيدات الهيدروكربونية العضوية الكلورونية، الفوسفورية العضوية، الكرباماتية العضوية، وتدخل الجسم عن طريق الجلد وتؤدى عملها فى الغالب كسموم عصبية، حيث تعمل على خلل الجهاز العصبى، فالمركبات الفوسفورية والكرباماتية تثبط إنزيم أستيل كولين استريز. والمركبات الكلورونية العضوية تؤثر على نفاذ الأيونات.

٢ - ديناميكية توزيع الملوثات بالجسم وأماكن تخزينها

أ- سوائل الجسم

عندما تدخل هذه الملوثات الجسم وتصل إلى الدم يقوم الدم بتوزيعها على كل أنسجة الجسم عن طريق سوائل الجسم والتي تمثل ٦٥ ٪ من وزن الجسم (حجماً ٤٠ لتر) ويمكن تقسيم هذه السوائل إلى:

١- سوائل داخل الخلايا: وهى تمثل ٦٠ ٪ من سوائل الجسم (٢٥ لتر) وتقوم بتهيئة الوسط الخلوى المناسب للعمليات الحيوية المختلفة ومن أهم مكوناتها (جدول ١)

جدول (١) أهم مكونات سوائل الجسم (سوائل داخل الخلايا)

المكون	k	Na	Mg	Ca	Cl	Po4	Hco3	بروتينات
ملييكافى/لتر	١٥٥	١٢	١٥	٢	١	٩٠	٨	٦٠

ويلاحظ أن الصوديوم يمثل ١٠ ٪ من الموجود بالسوائل خارج الخلايا.

٢- سائل خارج الخلايا: وهي تمثل ٤٠٪ من سائل الجسم (١٥ لتر) وتقوم بنقل وحمل المواد الغذائية، وما فيها من ملوثات إلى الخلايا، كما تقوم في نفس الوقت بحمل الفضلات إلى خارج الخلايا ومن أهم مكوناتها (جدول ٢).

جدول (٢) أهم مكونات سائل الجسم (سائل خارج الخلايا)

المكون	Na	Mg	Ca	Cl	Po4	بيكربونات	بروتينات
ملييكافى / لتر	١٤٥	٢	٢	١	٢	٢٧	٦٠

ويلاحظ أن الصوديوم هو السائد في السائل الموجودة خارج الخلايا إذ يمثل ٩٥٪ تقريباً من الصوديوم النشط الممثل بالجسم، ويمثل جدول (٣) أنواع السائل الموجودة خارج الخلايا.

جدول (٣) أنواع السائل الموجودة خارج الخلايا

سائل بين خلوى أو بين نسيجي	بلازما الدم	سائل عابرة
يوجد بين الخلايا يمثل ٢٧٪ من سائل الجسم يعادل ٣٪ من وزن الجسم	هو الوسط الذى تسبح فيه خلايا الدم. يمثل ٨٪ من وزن سائل الجسم ويمثل ٥٥٪ من حجم الدم ويتكون من ٩١٪ ماء + ٩٪ مواد صلبة (بروتينات الدم) والتى تشمل الألبومين والفيبرينوجين والجلوبيولين وقد ترتبط جزيئات السم بهذه البروتينات خاصة الألبومين.	وتشمل: العصارات الهاضمة ومنها الأنزيمات والهرمونات. سائل ومنها سائل النخاع الشوكي والسائل الزجاجي للعين

ب - العوامل المحددة لتوزيع (السموم) الملوثات على أنسجة الجسم

بعد دخول جزيئات السم (الملوث) إلى البلازما تكون هذه الجزيئات جاهزة للتوزيع داخل أنسجة أعضاء الجسم المختلفة ويتحدد معدل التوزيع بكل عضو على:

- معدل سريان وتدفق الدم للعضو: إذ تتوزع جزيئات السموم (الملوثات) التى دخلت مجرى تيار الدم على كل أنسجة أعضاء الجسم بمعدل يتناسب مع سرعة دورة سريان الدم خلالها.
- مدى نفاذية جدر خلايا العضو: بمعنى آخر مدى السهولة التى تعبر بها هذه الجزيئات خلال وسادة الشعيرات الدموية الدقيقة capillary bed حيث تتخلل خلايا أنسجة هذا العضو.
- مدى ارتباط جزيئات السم (الملوث) بالعضو فنلاحظ أن:
 - الجزيئات الذائبة فى الماء (وكذا الأيونات) والتى يصل وزنها الجزيئى حتى ٢٠٠ دالتون تمر خلال أغشية جدر الخلايا (خلال القنوات الثقبية المائية الموجودة فى أغشية جدر الخلايا والتى يبلغ قطرها ٤ Å).
 - جزيئات الملوثات كبيرة الحجم لايمكنها المرور خلال أغشية جدر الخلايا إلا بآليات خاصة.
 - بعض الملوثات لايمكنها المرور، وهنا يتحدد موقع توزيعها، وتتراكم بأجزاء مختلفة من الجسم نتيجة ارتباطها ببعض المكونات الحيوية بالخلايا.

ج - مواقع تخزين الملوثات (السموم) بالجسم

عادة ما تتركز جزيئات السموم والملوثات البيئية والكيميائية الغريبة عن الجسم فى أنسجة خاصة، والمكان الذى يتركز فيه السم يسمى موقع أو مستودع التخزين، والسم فى هذا المستودع يكون فى حالة متزنة مع جزيئات السموم الحرة الموجودة بالبلازما. ويمكن اعتبار مستودعات التخزين كأعضاء وقاية للجسم Protecting agents إذ تمنع وصول تركيز السم فى البلازما إلى الدرجة اللازمة لحدوث فعله القاتل أو السام. وفيما يلى بعض مواقع تخزين السموم والملوثات فى الجسم:

* الدهن كمستودع لتخزين السموم Fats as a storage depots

من المعروف أن مجموعة السموم الهيدروكربونية العضوية الكلوريتية (مبيدات) مركبات ليوفيلية Lipophilic محبة للدهون، لذا فهى:

- تمتص وتذوب فى الأنسجة الدهنية adipose tissue وتتراكم حيويًا

Bioaccumulation

فى هذه الأنسجة دون حدوث ضرر لهذه الأنسجة، وتخزين جزيئات السموم بهذه الأنسجة يعد إليه لوقاية وحماية الجسم ولو وقتياً حيث أن تخزينها يمنع ظهور تركيز مفاجئ منها فى البلازما، ولكن عند الإذابة الفسيولوجية لهذه الدهون (مخزن السم) كما هو الحال عند الصيام أو الجوع لمدة طويلة، أو كما هو الحال عند احتياج الجسم لها للطاقة عند بذل مجهود كبير، أو عند تناول إنزيمات محللة للدهون (دواء) تؤدي إلى تحلل وإنفراد الدهن مما يؤدي لزيادة مفاجئة فى تركيز السموم التى كانت مخزنة، وظهورها فى صورة حرة ببلازما الدم وقد يكون هذا التركيز كافياً لإحداث الفعل السام أو القاتل.

* بروتينات البلازما كمستودع لتخزين السموم Plasma proteins as a storage depots

يحدث أثناء عملية توزيع الدم، وما يحمله من جزيئات سامة أن تتداخل هذه الجزيئات السامة مع المحتوى البروتينى فى بلازما الدم خاصة الألبومين، وترتبط مكونة معقداً كبير الوزن الجزيئى يصعب مروره مع الدم عبر جدر الشعيرات الدموية وبالتالي يبقى مقيداً بفراغ الخلية مما يؤدي إلى ارتفاع مفاجئ فى تركيزه.

* العظام كمستودع لتخزين السموم Bone as a storage depots of toxicants

يتكون النسيج العظمى من بلورات هيدروكسى الأباتيت، ولهذه المقدرة على تخزين جزيئات بعض السموم والملوثات التى يدخل فى تركيبها الفلور والرصاص والأسترانسيوم، حيث يحدث تبادل كتيونى بين السطوح العظمية (بلورات هيدروكسى الأباتيت) وبين تلك السموم الموجودة فى السوائل الملامسة للعظام، ونتيجة هذا التبادل يتخلل السم سطح البلورة ليتبادل الكالسيوم مكانها.

* الجهاز التناسلى كمستودع لتخزين السموم Reproductive system as a storage depots

تتراكم بعض السموم (الملوثات) بالأعضاء التناسلية، حيث تخزن بالأعضاء الغنية بالهرمونات كالأجسام الصفراء للمبيض والغدد الثديية، ولهذه السموم بتلك الأعضاء تأثيرات عكسية غير مباشرة (زيادة وزن المبيض والرحم).

*** المشيمة والأجنة كمستودع لتخزين السموم Placenta and fetus as a storage depots**

من وظائف المشيمة نقل المواد الغذائية الأساسية (أحماض أمينية - جلوكوز وسكريات سداسية - فيتامينات - أيونات مثل Ca ، Fe) من الأم إلى الجنين، ويتم هذا النقل عبر المشيمة ضد التدرج فى التركيز against a concentration gradient كما يحدث خلالها تبادل الأكسجين والفضلات، وتحمى المشيمة كذلك الجنين من عبور العديد من جزيئات السموم، ورغم أن لبعض أنسجة الأجنة القدرة على تركيز بعض السموم، ورغم أن جزيئات بعض المواد الغريبة كالفيروسات والبكتيريا تمر من المشيمة عن طريق الانتشار الوسيط، إلا أن بالمشيمة آليات للتحويل الحيوى للسموم Biotransformation تمكنها منع بعض المواد السامة من الوصول إلى الجنين.

*** الجهاز العصبى كمستودع لتخزين السموم Nervous system as a storage depots**

يعد الجهاز العصبى أقل مكاناً لتجمع جزيئات السموم، فالعديد من السموم لا تدخل المخ بكميات كبيرة يمكن تقديرها وقد يرجع ذلك إلى:

- وجود ما يعرف بالعائق الدموى المخى Blood Barrier Brain (BBB) يحيط بالمخ، وتقل فيه النفاذية عن أغلب المساحات الأخرى الموجودة بالجسم، وتختلف فاعلية هذه العائق فى الأطفال والكائنات حديثة الولادة أو المولودين قبل ميلادهم (المبتسرين) حيث يكون العائق عند هؤلاء غير مكتمل النمو، مرتفع النفاذية. وهذا ما قد يفسر كون بعض السموم أكثر فاعلية (سمية) عند حديثى الولادة مثل النترات والمورفين حيث يبلغ معدل التسمم لديهم بهذه المواد ٣ - ١٠ أضعاف قدر البالغين، كما يؤدى الرصاص إلى أمراض الدماغ Encephalo pathy لحديثى الولادة فقط وليس للكبار.

- التركيب الدقيق والشديد التلاصق للخلايا الطلائية المبطنة للجهاز العصبى والأنسجة الضامة الطلائية مما يؤدى لعدم وجود مسافات بينية مسامية تسمح بنفاذ جزيئات السم منها.

- قلة تركيز البروتين فى السائل البينى Interstitial fluid فى الجهاز العصبى مما يؤدى لخفض توزيع السموم بالجهاز العصبى المركزى.

وتختلف نوعية السموم التي يمكن أن تتفد إلى المخ. ويتوقف معدل نفاذيتها لحد كبير على درجة ذوبانها في الدهون، فالمركبات عالية الذوبان في الدهون تدخل الجهاز العصبي المركزي أكثر من المركبات الأقل ذوباناً كما أن السموم الحرة (الجزئيات الحرة) والتي هي غير مرتبطة ببروتين البلازما تدخل بحرية أكبر إلى المخ.

٣- التأثيرات الناجمة عن التلوث بالسموم

تشمل تأثيرات السموم على النشاط الحيوي بالجسم:

أ- تأثيرات عكسية وغير عكسية Adverse / not adverse

والتأثيرات العكسية هي تلك التأثيرات التي لا تحدث تلفاً مستمراً لوظائف الأعضاء، وتتراوح في شدتها من تأثيرات بسيطة إلى تأثيرات حادة. أما التأثيرات غير العكسية فهي التي تؤدي لتلف مستمر في الأعضاء؛ فلا يعود العضو لحالته الطبيعية مرة أخرى، وتبقى هذه التأثيرات حتى بعد تخلص الجسم من متبقياتهما، وغالباً ما تنتهي بالموت إذا كان التأثير على خلايا أنسجة الجهاز العصبي.

ب - تأثيرات عامة وخاصة:

التأثيرات العامة وهي التي تظهر على عدة أجزاء (أجهزة) بالجسم، أما الخاصة فهي التي يظهر تأثيرها على عضو معين.

ج - تأثيرات مباشرة وغير مباشرة:

التأثيرات المباشرة هي التي تحدث عقب التعرض للمؤثر (السم) مباشرة (التسمم الغذائي) أما التأثيرات غير المباشرة فتحدث بعد فترة من التعرض للمؤثر (الأورام بعد ٥ - ٣٠ سنة).

د - تأثيرات حركية وغير حركية:

التأثيرات الحركية (تمثيلية) وهي التي ينفذ فيها المؤثر (السم) خلال الأغشية ويمثل ويرتبط بالعضو، (يخزن) ويفرز بالبول والبراز أو مع التنفس. أما التأثيرات غير الحركية فهي تأثيرات قاصرة على مكان التعرض وهذه يمكن إزالتها أو إزالة فعلها أو المتبقى منها من على السطح.

٤ - مستويات التسمم بالملوثات Toxicity Levels

يمكن تصنيف مستويات التسمم الناتجة عن الملوثات إلى:

١ - السمية الحادة Acute Toxicity

وفيها تحدث السمية مباشرة بعد التعرض للمادة السامة فى صورة جرعة واحدة (عن طريق الفم أو الحقن) وذلك بعد المعالجة مباشرة؛ وقد تطول إلى ساعات أو اسبوعين بعد المعاملة. وتجري اختبارات السمية الحادة على نوعين من الحيوانات على الأقل، أحدهما حيوان غير قارض حيث يتم تغذية الحيوانات بجرعات مختلفة التركيز من المركب، مع متابعة دقيقة لسلوك وتصرفات هذه الحيوانات واستهلاكها للغذاء، وملاحظة الصفات الخارجية مثل سقوط الشعر، ومعرفة نتائج التحاليل الإكلينيكية (كتحليل الدم وتحليل البول)، كما يجب تشريح الحيوانات بعد الموت لفحص ما قد يطرأ على الأعضاء الداخلية من تغيرات، والكشف عن الأورام وتحديد سبب الوفاة. وتساعد إختبارات السمية الحادة فى الكشف والتعرف على أكثر الأجهزة والأعضاء تأثراً بالجرعات المستخدمة وعادة تستخدم الجرعة القاتلة LD50 فى تقدير السمية الحادة.

٢ - السمية تحت الحادة Subacute Toxicity

مثل اختبارات السمية الحادة، حيث تجرى الاختبارات على نوعين من الحيوانات، عادة فئران حديثة الولادة mice وكلاب. حيث يضاف المركب المراد اختباره عادة إلى العليقة ومياه الشرب لمدة ٢ - ٣ شهور، مع ملاحظة الحيوانات بكل دقة أثناء فترة التغذية وما قد يطرأ عليها من تغيرات.

٣ - السمية أقل من المزمنة (تحت المزمنة - شبه المزمنة) Subchronic Toxicity

فيها تظهر الأعراض على الحيوان الموضوع تحت الملاحظة بعد مدة قد تصل إلى ١٥٠ يوماً وهى تعطى دلائل على إمكانية استخدام مادة ما فى المجال الغذائى، ويتم استخدام المادة المراد اختبارها فى هذه التجارب بتركيزات مختلفة فى تغذية حيوانات مختلفة بقدر الإمكان.

ونحاول إحداث أضرار في هذه التجارب عن طريق رفع تركيز المادة، ويمكن التعرف على العضو الأكثر قابلية أو استعداداً للتأثر بهذه المادة.

ومن خلال التجارب الخاصة بالسمية تحت المزمدة يمكن التوصل إلى الجرعة التي لا تسبب أى تأثير مرضى Pathological effects والتي تعرف بالحد غير المؤثر No- effect level.

٤ - السمية المزمنة Chronic Toxicity

تظهر الأعراض على الحيوان الموضوع تحت الملاحظة بعد ١٨ - ٢٤ شهراً، وفي هذه التجارب تضاف المادة المراد اختبارها بتركيزات عادية وتركيزات عالية في عليقة الحيوانات، وتتراوح التركيزات المستخدمة بين جرعة منخفضة إلى جرعات تبلغ مائة إلى ألف ضعف الكمية التي عادة ما يتناولها الإنسان وعموماً يكون مستوى الجرعة أعلى من الجرعة دون المؤثرة NOEL ولكن أقل من مستوى LD50 ويختار لذلك أنواع من الحيوانات التي يمكن أن تتعاطى هذه المادة لمدة مناسبة طول حياتها، وكذلك الحيوانات التي لها تمثيل غذائي وتفاعلات حيوية وتفاعلات إزاء السموم تشبه إلى حد كبير ما يحدث عند الإنسان.

وتتطلب تجارب التغذية المزمنة نوعين من القوارض ونوع آخر من غير القوارض، ويجب استخدام الجنسين (ذكر وأنثى) في هذه الاختبارات، كما أن العمل بعدد كبير من حيوانات التجارب يمكن معه تحليل النتائج بالطرق الإحصائية وبذلك يمكن تجنب النتائج الخاطئة التي تنشأ من الاختلاف البيولوجي، وعموماً يتم في هذه التجارب دراسة التغيرات التي تسببها المادة المراد اختبارها على مدى أداء أعضاء الجسم المختلفة، ويتم تتبع مدى الأداء بطريقة منتظمة في الحيوانات الحية باستخدام الطرق الحيوية، وباستخدام الطرق الهستولوجية على الأعضاء بعد انتهاء التجربة وموت الحيوانات وتشريحها. ويتم على وجه التحديد دراسة الأداء المنتظم للأعضاء الآتية: الكبد - الكلية - القلب - الرئة - المعدة - الأمعاء - الطحال - الغدة فوق الكلوية - الغدة الدرقية - الغدة الكظرية - الغدة التناسلية - العضلات - الجلد - الغدة النكفية - البنكرياس - العينين - النخاع العظمى - المخ - الحبل الشوكي.

٥- السمية المتأخرة Delayed Toxicity

فيها تحدث السمية بعد سنين طويلة من التعرض للمادة السامة ومن مظاهر التسمم فى هذه الحالة:

أ- التسبب فى حدوث تشوه فى الأجنة Teratogenicity

ويعرف ذلك بقدرة أحد المواد السامة على إحداث تشوه فى البويضة الملقحة Embryo أو الجنين، واختبار التسبب فى حدوث تشوه الأجنة يتم إعطاء المادة المراد اختبارها للحيوانات فى بداية الحمل وطول فترة الحمل مع تتبع حدوث التشوه بالمقارنة بالحيوانات التى لا تتعاطى هذه المادة، وتجرى دراسات التشوه الخلقي فى الأجنة على حيوانين أحدهما من القوارض والآخر من غير القوارض، وتعرف بالاختبارات الجيلية Generational tests وذلك للتأكد من أن الحيوانات تتكاثر طبيعياً، وأن النسل الناتج لم يتعرض لتشوهات خلقية أو تأثيرات طفورية من التعرض للمادة المختبرة. وتجرى هذه الاختبارات على الأنثى خلال فترة الحمل لتقييم مدى تشوه النسل، كما تجرى دراسة على الفئران rats لتقدير التأثير على القدرة التناسلية، حيث تضاف المادة المختبرة إلى الغذاء الذى يتناوله الذكور قبل التزاوج، وللإناث خلال الحمل وكذلك خلال فترة رعايتها للأبناء، وبعد ذلك يتعرض النسل الناتج إلى نفس الغذاء المعامل حتى تمام نضج الأبناء ثم يترك النسل للتزاوج وتتكرر هذه الدورة لمدة ثلاثة أجيال.

ب- التسبب فى حدوث طفرات Mutagenicity

وذلك نتيجة حدوث تغير فى الجينات genes أو الكروموسومات chromosomes وبالتالي تغير الصفات الوراثية. وأفضل وسيلة للتعرف على القدرة على إحداث طفرات هو اختبار القدرة التناسلية gonad test فى الحيوانات الثديية الحية وهناك اختبارات أخرى سريعة قليلة التكاليف ولكن نتائجها لا يمكن الاعتماد عليها ولذلك يمكن اعتبارها اختبارات تمهيدية ومنها Ames test, Host madisted assay, Dominant lethal test وتجرى هذه التجارب فى بعض الحالات على الأحياء الدقيقة معملياً.

ج- التسبب في حدوث السرطان Carcinogenicity

٨٠ - ٩٠٪ من المواد المسببة للطفرات لها تأثير سرطاني، ولإختبار إحتمال التأثير السرطاني للمادة تضاف المادة لعليقة الحيوان من أصغر سن ممكنة وطول مدة حياته ويستخدم عادة الفئران البيضاء والهمستر hamster.

٥- اختبارات السمية Toxicity Tests

تجرى هذه الاختبارات في معاهد متخصصة باستخدام النوع المناسب من حيوانات التجارب، والطريقة المناسبة للتربية والتغذية مع إضافة المادة المراد اختبارها بالطريقة المناسبة والتركيز الصحيح، ويستخدم في هذه التجارب عادة حيوانات صغيرة الحجم، قصيرة العمر، تستهلك كمية قليلة من الغذاء مثل الفئران البيضاء والأرانب والخنازير والكلاب والقرود. ولما كان معظم هذه الملوثات والموجودة بالأغذية تؤخذ فقط عن طريق الفم، فإن اختبارها يتم عن طريق إضافتها لعليقة حيوانات التجارب.

ملاحظات على اختبارات وتجارب السمية

- ١- تجرى تجارب السمية للأغذية لأسباب بديهية أساساً على الحيوانات، ولذلك فإن هناك خطورة وإن كانت محدودة في نقل نتائج هذه التجارب على الإنسان.
- ٢- يجب أن يؤخذ في الاعتبار أن كمية الغذاء التي تتعاطاها بعض حيوانات التجارب أكثر نسبياً مما يأكله الإنسان إذا أخذنا وزن الجسم في الاعتبار فمثلاً يلتهم الفأر بالنسبة لجسمه ٧ - ٨ مرات قدر ما يأكله الإنسان.
- ٣- يتم تقدير معدل الاختفاء الأيضي لهذه المركبات في حيوانات المعمل وذلك من خلال تمييز المركب الكيماوي بالعناصر المشعة isotope قبل إعطائه الحيوان وذلك للحصول على معدلات الامتصاص والتوزيع والتمثيل والإفراز في حيوانات المعمل حتى يمكن تقدير سلوك هذا المركب وتعرف هذه الاختبارات باختبارات السلوك الحيوي.

٤- ويوضح الجدول (٤) ملخصاً لحالات التسمم الناتجة عن التعرض للمواد السامة.

جدول (٤) حالات التسمم الناتجة عن التعرض للمواد السامة

مستوى التسمم	الجرعة	فترة التعرض
تسمم حاد acute toxicity	مرتفعة	لمدة أيام
تسمم تحت حاد subacute toxicity	متوسطة	شهر
تسمم شبه مزمن subchronic toxicity	منخفضة	١ - ٣ شهور
تسمم مزمن chronic toxicity	منخفضة جداً	أكثر من ٣ شهور

٥- كما يمكن تقسيم المواد السامة حسب درجة سميتها كما فى جدول (٥).

جدول (٥) تقسيم المواد السامة حسب درجة سميتها

خطرة Dangerous			تأثير warning		إحترس Caution	
شديدة السمية			متوسطة السمية		منخفضة السمية	
LD ₅₀			LD ₅₀		LD ₅₀	
سائلة	صلبة		سائلة	صلبة	سائلة	صلبة
٢٠	٥	بالفم	٢٠٠-٢٠	٥٠-٥	٢٠٠٠-٢٠٠	٥٠٠-٥٠
٤٠	١٠	ملامسه	٤٠٠-٤٠	١٠٠-١٠	٤٠٠٠-٤٠٠	١٠٠٠-١٠٠
٠,٢	غازية	استنشاق	٢	غازية	٢٠	غازية
مثال : DDT			الدرين		ملاثيون	

٦- فاعلية المادة السامة Potency

هو مقياس لقوة المادة السامة فى إحداث التأثير السام إذا ما قورنت بمواد سامة أخرى، فكلما كانت المادة السامة أكثر فاعلية قلت الكمية منها التى تلزم لإحداث الموت أو الضرر والعكس. وغالباً ما يعبر عن فاعلية المواد السامة بالتعبيرات التالية:

١- جرعة أقصى تحمل Maximum tolerated dose (MTD)

تعبر عن أقصى جرعة من المركب المختبر لاتحدث تأثيرات ضارة للحيوان ولا تؤثر على طول فترة حياته مقارنة بالحيوانات غير المعاملة.

٢- الجرعة دون المؤثرة Non - Observable Effect Level (NOEL)

أقصى جرعة لا تحدث تأثيراً يمكن تقديره أو الكشف عنه سواء بالطرق الهستولوجية أو غيرها ويعبر عنها مجم / كجم من وزن الجسم ويستفاد منها فى تقدير:

أ- الحد الأدنى للأمان (عامل الأمان) (MSF) Minimum safety factor

هي الجرعة التي لا تسبب أية أضرار لحيوانات التجارب تحت الظروف العادية ولا يترتب عنها ظهور أى آثار على صحة هذه الحيوانات مثل سقوط الشعر، تأخر النمو والاضطراب العصبى وقد اتفق على أن يكون الحد الأدنى للأمان $MSF = 10/1$ الجرعة دون المؤثرة NOEL وبمعنى آخر فإن الجرعة دون المؤثرة تساوى عشرة أضعاف الحد الأدنى للأمان.

ب- الكمية المسموح بها يومياً (ADI) Acceptable daily intake

هي الجرعة المقبولة التي يمكن لجسم الإنسان قبولها يومياً مدى الحياة دون ظهور أى أضرار صحية ويعبر عنها مجم / كجم من وزن الجسم يومياً أى أن $NOEL \div 10 = ADI$

حيث م = معامل الأمان = 100.

ويستخدم معامل الأمان عادة 100 أى 100 ضعف الجرعة دون المؤثرة لضمان حدود آمنة للمادة عند استخدامها بواسطة الإنسان نظراً لأن عدد الحيوانات المختبرة قليل، مقارنة بعدد الأفراد الذين يتعرضون لهذه المادة، كما يعتقد أن الأفراد ذات الحساسية المرتفعة يكونون أكثر حساسية بحوالى 10 أضعاف، لذا يستخدم لديهم معامل أمان 1000.

ولذا يوجد نوعان من ADI الأولى الكمية المسموح بها يومياً بدون شروط unconditional ADI والثانية الكمية المسموح بها بشروط conditional ADI ويقصد بها الكمية المسموح بها لمجموعات حساسة معينة من البشر كتلك التي تحتاج لرعاية خاصة مثل الأطفال، المرضى، كبار السن.

٣- الجرعة المؤثرة بمقدار 50% (ED₅₀) Effective dose

هي الجرعة التي تؤثر على 50% من تعداد كائنات الاختبار.

٤- الجرعة السامة بنسبة 50% (TD₅₀) Toxicity dose

هي الجرعة التي يتعرض لها حيوان التجربة لتنتج علامات السمية بمقدار 50% أو تعطى علامات السمية على 50% من تعداد حيوانات التجارب، مع العلم بأن الجرعة السامة TD₅₀ لا تعطى معلومات عن الجرعة القاتلة LD.

٥- الجرعة القاتلة لنصف العدد (LD₅₀) Lethal dose %50

هى الكمية من المادة الفعالة التى يتم إعطاؤها بالفم أو تمتص عن طريق الجلد وتؤدى لقتل نصف تعداد حيوانات التجارب التى أجرى عليها الإختبار، وهى تعبير يدل على مدى سمية المركب المختبر. ويعبر عنها عادة مجم/ كجم من وزن الجسم. وكلما صغرت LD₅₀ كان المركب المختبر أشد سمية كما يتضح من الجدول (٦)

جدول (٦) العلاقة بين مستوى السمية وجرعة LD₅₀

جرعة LD ₅₀ مجم/ كجم من وزن الجسم	مستوى السمية
أكثر من ١٥٠٠٠	غير سام عملياً practically nontoxic
١٥٠٠٠ - ٥٠٠٠	ضعيف السمية slight toxic
٥٠٠ - ٥٠	متوسط السمية moderately toxic
٥٠ - ٢٠	شديد السمية very toxic
٥ - أقل من ٢٠	بالغ السمية Extremely toxic
أقل من ٥	فائق السمية super toxic

ويلزم عند مقارنة LD₅₀ لعدد من المركبات السامة أن يتم تحديد كيفية تطبيق المركب (بالفم - التنفس - الجلد) وعلى أى نوع من حيوانات التجارب (ثديي - غير ثديي - قارض - ذكر - أنثى) تم تطبيقه، حيث تتغير قيمة LD₅₀ للمركب الواحد بتغير طريقة تعريض حيوانات التجارب للمركب السام عند الإختبار، وأيضاً بتغيير نوع الحيوان المختبر، فبعض المركبات تكون عالية السمية جداً إذا ما وصلت إلى داخل جسم الحيوان بالابتلاع أو عن طريق الجهاز التنفسى بينما لا يكون لها تأثير يذكر إذا ما وضعت على جلد الحيوان.

٦- التركيز القاتل أو المميت لنسبة ٥٠ % (LC₅₀) Lethal Concentration

هو التركيز من المادة الفعالة الذى يتواجد فى الوسط الذى يعيش فيه كائن الإختبار (هواء - ماء) والذى يؤدى لقتل ٥٠ % من أفراد العينة المختبرة أثناء تعرضها لهذا التركيز ويستخدم ذلك عندما يكون المركب السام منتشراً فى الوسط الذى يعيش فيه كائن الإختبار ويعبر عن LC₅₀ بالجزء فى المليون ppm.

٧- مقياس قيم الحد الحرج (TLV) Threshold Limit Value

يدل على التركيز الذى ينتشر فى الوسط من المادة السامة والذى لايسبب أى تأثيرات سيئة أو سامة على العمال الذين يتعرضون لها لمدة ثمانى ساعات لخمس أيام متتالية (لايسبب أى تأثيرات سامه مثل إلتهابات الجلد والعينين) ويعبر عنه بالجزء / مليون ppm.

٨- المقدار المؤقت المقبول تناوله يومياً Temporary Acceptable Daily Intake (TADI)

هو المقدار المقبول الذى يجوز (يمكن) تناوله لفترة معينة محددة، ويمكن منه الحصول على بيانات توكسيكولوجية أو بيوكيماوية ويمكن منه حساب المقدار المقبول تناوله يومياً ADI.

٧- متبقيات الملوثات السامة Toxic Compound Residues

هى الجزيئات من المادة السامة الملوثة للغذاء ويشمل المصطلح أيضاً مشتقات هذه المواد مثل نواتج تحليلها وتحولها ونواتج تفاعلها والتى تعتبر ذات أهمية توكسيكولوجية toxicology

وهى تعطى مؤشراً على درجة الأمان التى تتوافر للإنسان وغيره من الثدييات عند استهلاك هذه المنتجات (الغذاء) ولقياس ذلك تتم تغذية بعض حيوانات التجارب الثديية على هذه المنتجات، مع تتبع أثارها وسميتها على الدم والأنسجة والسلوك العام للحيوان، وذلك لمدة لاتقل عن تسعين يوماً وتنتهى النتائج إلى تحديد الحد الأقصى من متبقيات أى مركب سام بالغذاء أو مياه الشرب يجب ألا تتعداه أية كمية منه يستهلكها الإنسان أو الحيوان.

ومن المصطلحات المستخدمة فى هذا المجال:

١- حد التقدير Limit of Determination

هو أقل تركيز من متبقى الملوث يمكن تقديره كمياً فى غذاء معين بدرجة مقبولة من الثقة باستعمال طريقة منظمه للتحليل regulatory method of analysis وهى

الطريقة المثبتة والتي يمكن تطبيقها باستعمال الأجهزة والوسائل المعملية للكشف عن وتقدير متبقى الملوثات فى الغذاء.

٢ - المستوى الإرشادى Guide Line Level

ويستخدم فى تقدير التركيز الأقصى للمتبقى.

٣ - الحد الأقصى للمتبقى Maximum Residue Limit (MRL)

أقصى تركيز من متبقى الملوث يسمح به فى أو على الغذاء ويعبر عنه مجم متبقى / كجم غذاء.

٤ - الحد الأقصى للمتبقى المؤقت Temporary MRL (TMRL)

يعبر عن الحد الذى تم إقراره لفترة معينة محددة.

٥ - التحمل Tolerance

أكبر كمية من المتبقى يمكن للجسم أن يستهلكها فى غذائه ومسموح بها قانوناً.

٦ - صفر تحمل Zero Tolerance

حيث لا يسمح القانون بأى آثار من المتبقى فى الغذاء المتداول.

٧ - حمل الجسم Boody Buden

كمية المتبقى التى يمكن للجسم أن يخزنها.

٨ - حد المتبقى الدخيل Extraneous Residue Limit

أقصى كمية من بقايا الملوث فى البيئة ويعبر عنه مجم/ م^٣ من البيئة.

٩ - الحد الأقصى الذى يمكن تناوله Tolerable Upper Intake Level (UL)

أعلى كمية يمكن أن يتناولها معظم الأفراد دون أن يكون لها آثار جانبية. مثال ذلك اليود فهو ١١٠٠ µg /يوم للبالغين و ٢٠٠ µg / يوم للأطفال ١ - ٣ سنوات والزيادة عن ذلك يؤدى لزيادة النشاط فى الغدة الدرقية وخلل بها.

الجزء الثاني

التلوث الحيوي للبن ومنتجاته

الفصل الرابع

مصادر التلوث الحيوي للبن

يتلوث اللبن من مصادر مختلفة تتمثل أساساً في الحيوان، والإنسان، البيئة (المياه - الأواني والأدوات - الذباب والقوارض مخلفات الحيوان والإنسان أى الصرف الصحى - الهواء والأتربة).

١- الحيوان Animal

يفرز اللبن من الغدد اللبنية خالياً من الميكروبات ولكنه قد يتلوث من:

أ- الميكروبات الملوثة للضرع والتي توجد فى قنوات الضرع وخزاناته خاصة على طول قناة الحلمة.

ب - الميكروبات المرضية والتي يفرزها الحيوان المريض مع اللبن ومن أمثلتها ميكروبات السل، الإجهاض المعدى، الحمى الفحمية والقلاعية.

ج - جلد الحيوان والمنطقة الخلفية للضرع والذيل حيث تتلوث هذه المناطق بأعداد كبيرة من الميكروبات سواء من التربة أو فرشة الحيوان أو إفرازاته وهذه تجد طريقها مباشرة إلى اللبن أثناء عملية الحلابة.

لذلك يجب إعطاء الحيوان عناية فائقة منها:

أ- تطهير الحيوان (تطهير grooming) قبل عملية الحلابة مباشرة - حلق الشعر الطويل الموجود على المنطقة الخلفية والضرع - غسل الضرع بماء دافئ ومحلول

معقم sanitizer مثل الهيبو كلوريت ٢٠٠ جزء فى المليون من الكلور، وتجفيفه بقماش نظيف وربط الذيل أثناء عملية الحلب. وترتيب الحيوانات بطريقة الذيل إلى الذيل لمنع العدوى بالرداذ.

ب- عدم الحلب فى مكان به غبار وعدم تقديم عليقة أثناء عملية الحلب والتخلص من القطرات الأولى من الحليب ومنع أى غذاء يكسب اللبن نكهة غير طبيعية.

ج- فحص الحيوانات دورياً ضد بعض الأمراض (السل - الإجهاض المعدى - التهاب الضرع) وعزل أى حيوان تظهر عليه أعراض غير طبيعية وعدم استعمال ألبان الحيوانات المعالجة بالمضادات الحيوية إلا بعد مرور ٩٦ ساعة من آخر جرعة.

د- عزل الحيوانات الجديدة والقادمة إلى إلى القطيع بعيداً حتى التأكد من خلوها من الأمراض المعدية.

٢- القائمون بعملية الحلب والمتعاملون مع اللبن: Dairy men (milkers & handlers)

بعض هؤلاء الأشخاص قد يكونوا حاملين للمرض carriers بدون ظهور أعراض أو مصابين وتظهر عليهم أعراض المرض (diseases) وقد توجد الميكروبات على أيدي وملابس هؤلاء الأشخاص ويتوقف مدى التلوث من هذه الفئة على عاداتهم ومدى إتباعهم للقواعد الصحية لذا يجب مراعاة:

أ- منع المرضى أو الحاملين للميكروبات المرضية من التعامل مع الحليب أو أوعيته أو الحيوانات الحلوبة مع فحصهم دورياً ضد الأمراض المعدية وضرورة حصولهم على شهادات صحية تفيد خلوهم من الأمراض.

ب- العناية بالنظافة الشخصية وغسل أيدي الحلابين بالماء والصابون وتجفيفها وأن تكون الأيدي خالية من التقرحات والتزامهم بارتداء ثياب بيضاء نظيفة وأغطية للرأس وأحذية طويلة.

ج- إتمام عملية الحلب فى وقت قصير وتفضيل الحلب الآلى.

٣- المياه Water supply

تستخدم المياه داخل مزرعة الألبان في شرب الأبقار (١٥٠ لتر/ رأس/ يومياً) ونظافتها (٥٠ - ٧٠ لتر / رأس) وتبريد اللبن (٦ - ٧ لتر / لتر لبن) وغسل الأواني وتنظيفها ، لذا فالماء الملوث المستخدم يعتبر من أهم مصادر التلوث لذا يجب.

أ- أن تكون المياه خالية من الميكروبات الضارة والممرضة، قليلة المحتوى البكتيرى خالية من التلوث بالبراز.

ب- خالية من العسر وكبريتيد الهيدروجين حتى لا يحدث تلون باللبن كما أن قلوية الماء أو حموضته تؤثر على أنابيب المياه ومعدات اللبن.

ج- تجنب استخدام المياه السطحية مالم ترشح وتعالج بالكلور. مع معاينة أماكن الآبار والينابيع وأن تشيد بطريقة تمنع تسرب المياه السطحية إليها مع مراعاة تنظيف وتطهير مجرى المياه يومياً.

٤- أوعية اللبن وأدواته Milk utensils and equipment

وتشمل كل المعدات والأدوات التي فيها يخزن اللبن أو يحلب أو يعامل أو ينقل، وتعد مصدراً هاماً من مصادر تلوث اللبن فهي قد تحمل العديد من البكتيريا والخمائر والفطريات ويتوقف ذلك على مدى نظافة تلك الأواني وطريقة تنظيفها وحفظها فبعض الميكروبات يمكنها مقاومة الغسيل بالماء الساخن كما أن حفظ الأواني مفتوحة بعد تنظيفها وتعقيمها في مكان مفتوح يعرضها للتلوث بالعديد من الميكروبات من الأتربة المتساقطة والذباب والقوارض التي قد تتعرض له، لذا يجب العناية بنظافة هذه الأواني ومراعاة:

أ - أن تصنع هذه الأواني من معادن غير قابلة للصدأ، لها قدرة عالية على التحمل ومقاومة للتآكل غير سامه، لا تتأثر بعمليات التعقيم الكيميائي، ذات سطح ناعم داخلي أملس وزوايا مستديرة ليسهل تنظيفها.

ب - العناية بغسلها وتنظيفها وتعقيمها بعد تجفيفها لتجنب تكون أحجار اللبن milk stones (جوامد لبنية) التي تعتبر بيئة مناسبة لنمو وتكاثر الميكروبات.

٥- الذباب والقوارض Flies and rodents

يعد الذباب والقوارض طاعون صناعة الالبان، فمن الذباب ما هو ماص للدماء ينقل الامراض بين الحيوانات، كما تعتبر الذبابه المنزلية والقوارض حاملا ميكانيكيا ينقل أنواع مختلفة من الميكروبات والطفيليات من الأماكن الملوثة إلى حلمات الابقار وأواني اللبن واللبن نفسه، وتحمل هذه الحشرات الميكروبات على جسمها وتلوث بها اللبن مباشرة عن طريق سقوطها فيه أو بطريقة غير مباشرة بوضع تلك الميكروبات على الأواني في الماء، ولتقليل التلوث بهذه الحشرات يراعى:

- أ- وضع سلك شبكى على النوافذ لمنع دخولها مع الإهتمام بنظافة الوسط (البيئة) المحيطة بالمحلب (مكان الحلابه).
- ب- إزالة مخلفات الحيوانات أولاً بأول وإبعادها (الروث والسباخ) بعيداً عن أماكن الحليب.
- ج - استخدام المبيدات الحشرية المناسبة وإستخدامها سليماً بعيداً عن حشرات تجميع اللبن.

٦ - مخلفات الحيوان والإنسان (الصرف الصحي)

Animal Manure and Human Exeretes (sewage & waste products)

تعد هذه المخلفات مصدراً لملايين الميكروبات مرضية وغير مرضية، إذ تعتبر القناة الهضمية للإنسان والحيوان مسكناً طبيعياً لعدد من الميكروبات التي تجد طريقها إلى التربة والماء ومنها إلى النبات (غذاء الحيوان) والأواني، ويحدث التلوث بهذه الميكروبات المحموله على مخلفات الحيوان والأنسان إما بطريق مباشر عن طريق يدى الحلابين والمتعاملين مع اللبن، أو بصورة غير مباشرة عن طريق الذباب والأتربة والهواء، خاصة عند جفاف هذه المخلفات لذا يجب مراعاة:

- أ - التخلص الفوري من الفضلات العضوية للحيوانات إما بنثر الروث على الأراضى الزراعية فى طبقات رقيقة، أو بتحويلها إلى سماد.

ب- التخلص من فضلات الإنسان عن طريق أنظمه الصرف الصحى فى المناطق التى يتوافر بها الصرف الصحى، أو عن طريق جمعها وحرقتها أو معاملتها بمواد مطهرة أو دفنها فى الأرض.

٧- الهواء والأترية Air and dust

يحمل الهواء والأترية العديد من الميكروبات منها ما يتحمل الجفاف لدرجات مختلفة مثل *Bacillus*, *Micrococcus* وبعض الخمائر مثل *Torulopsis* وكذلك بعض الفطريات، ومن هذه الميكروبات ما ينتقل عن طريق الرذاذ Droplet وهو ما يعرف بالعدوى المحملة بالهواء Air - born infection مثل ميكروب السل، ومنها ما يحمل بالأترية Dust born infection مثل ميكروب الإجهاض المعدى والمسبب لحمى Q، ولذا يجب العمل على عدم إثارة الغبار والأترية فى حظائر الحليب وقت التغذية والتطهير وأثناء الحلابه مع إستخدام جرادل الحلابه ذات الفتحة الضيقة الجانبية وتصفية اللبن بعد الحلابه.

٨- غذاء الحيوان Animal feeds

تحتوى عليقة الحيوان على العديد من البكتريا والخمائر والفطريات، ويتوقف ذلك على نوعية العليقة وتخمرها ومعاملتها لقتل الميكروبات وظروف تخزينها. لذا يجب العناية بإختبار هذه العلائق من حيث جودة التخزين.

وبجانب الإحتياجات السابق بيانها لتقليل تلوث اللبن فى مزارع الإنتاج فانه يجب مراعاة الشروط الصحية عند بناء حظائر الحيوانات مثل:

أ - أن تكون الأرضيه من مادة صلبه غير منفذه للماء سهلة التنظيف، وأن تكون المجارى من النوع المكشوف.

ب - أن تدهن الحوائط والأسقف بالجير لمزيد من الإضاءة مع جعل النوافذ متسعة عالية مغطاه بالسلك.

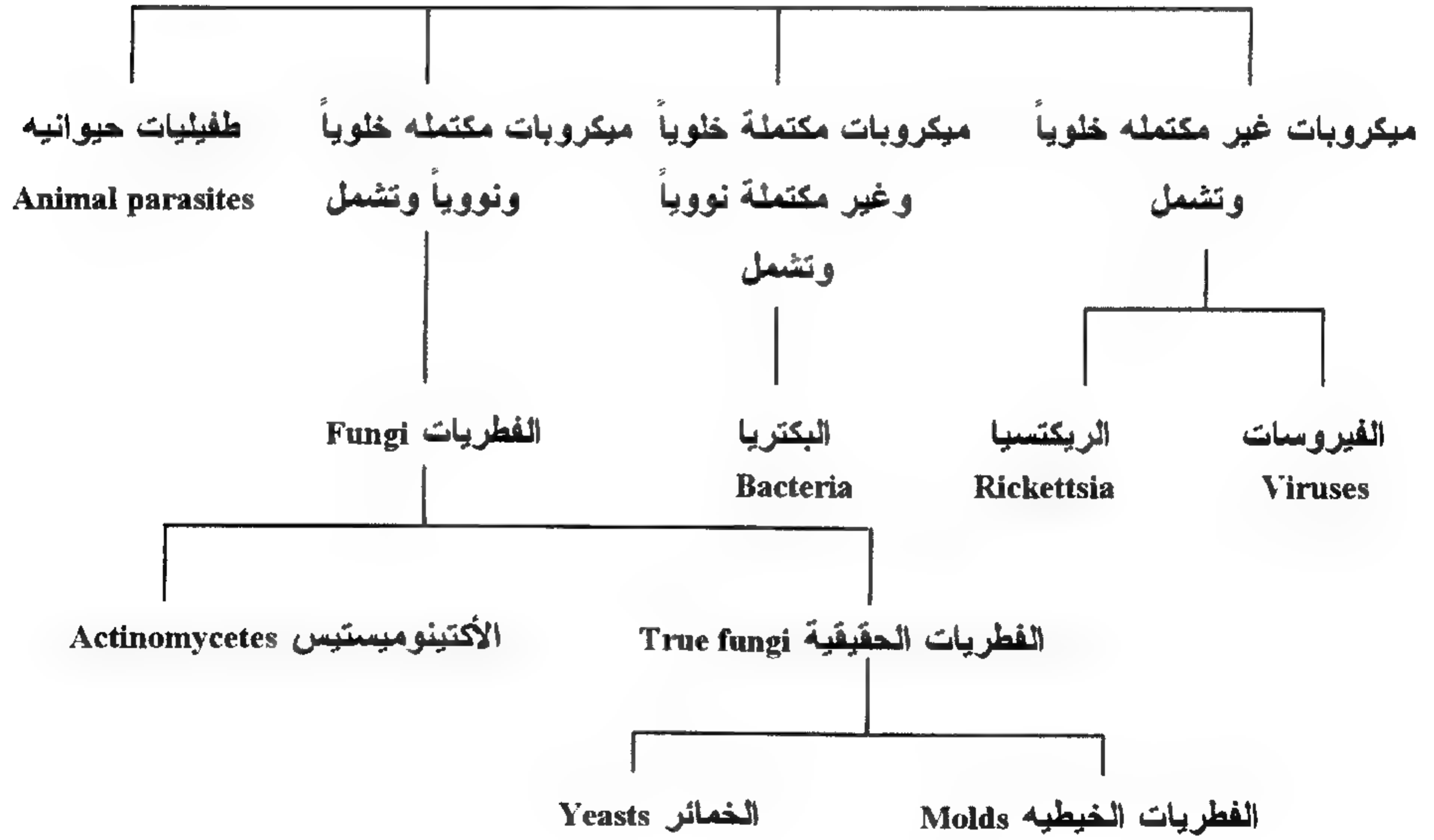
ج - تخصيص مكان لعملية الحلابه يراعى فيه كل الشروط الصحية من حيث الأرضيه والحوائط والتهويه ومنع دخول الحشرات.

د - إتخاذ كافة الإحتياجات لمنع تلوث اللبن أثناء تجميعه وتصفيته وتبريده ونقله حتى وصوله إلى أماكن معالجته حرارياً أو تصنيعه.

الفصل الخامس

أنواع الكائنات الحية الملوثة للبن ومنتجاته والأمراض الناجمة عنها

يمكن تقسيم الكائنات الحية الملوثة للغذاء عامة إلى:



١- الفيروسات Viruses

كائنات حية دقيقة أصغر كثيراً من البكتيريا يتراوح قطرها بين ٢٠ - ١٠٠ nm تمر خلال المرشحات البكتيرية لا ترى بالميكروسكوب العادى، ولكن يمكن رؤيتها بالميكروسكوب الإلكتروني، ليس لها جدار خلوى، ليس بها إنزيمات سوى الإنزيمات المسئولة عن التكاثر، محاطة بغلاف يحتوى على ليبيدات، تحتوى إما على DNA (فيروسات DNA) أو تحتوى RNA (فيروسات RNA) ولكنها لا تحتوى النوعين معاً (DNA, RNA) لا تتكاثر خارج خلايا العائل، إذ أنها توجه نشاط خلية العائل لإنتاج فيروسات جديدة Viral progeny لا تتكاثر فى الغذاء رغم وجودها كملوثات غذائية.

٢- الريكتسيا Rickettsia

كائنات حية أكبر من الفيروسات وأصغر من البكتيريا تعيش فى خلايا الإنسان والحيوان، تشبه البكتيريا فى بعض الصفات حيث تحتوى الريكتسيا على DNA, RNA وبعض الأنزيمات، تتكاثر بالانقسام الثنائى، خلاياها محاطة بجدار خلوى cell wall يحتوى على مكونات مماثلة لمكونات جدار خلايا البكتيريا، حساسه للمضادات الحيوية. وتختلف الريكتسيا عن البكتيريا فى عدم قدرتها على التكاثر خارج خلايا العائل، وهى فى هذا تشبه الفيروسات، ولكنها تختلف عن الفيروسات فى أن الفيروسات غير حساسه للمضادات الحيوية.

٣- البكتريا Bacteria

أكبر من الريكتسيا، لا تمر خلال المرشحات البكتيرية، لها جدار خلوى، ترى بالميكروسكوب العادى تحتوى بعض الأنزيمات، تحتوى DNA, RNA معاً، تعيش خارج خلايا العائل (الغذاء) وكذا داخل جسم العائل، تتكاثر بالانقسام الثنائى، حساسة للمضادات الحيوية.

الفطريات Fungi

هى مجموعه من الكائنات الحية تحصل على غذائها من المواد العضوية المتحللة decaying والنباتات والحيوانات الحية، ليس لها القدره على التمثيل الضوئى Non photosynthesis إذ ينقصها الكلوروفيل وهى تشمل:

أ- الفطريات الحقيقية True fungi وتضم

* الفطريات الخيطية Molds: وهى كائنات حية عادة متعددة الخلايا multicellular تعطى نموات زغبية او قطنية مختلفة الالوان (أبيض - قاتمة) تسمى بالعفن، وهى خالية من الكلوروفيل وهذا ما يميزها عن الطحالب Algae فالأخيره تكون غذاءها بنفسها من الماء، CO_2 بفعل ضوء الشمس.

* الخمائر yeasts: وهى عاده وحيدة الخلية unicellular تنمو على سطح الأغذية الحمضية مكونة عفناً له ألوان مختلفة، كما تنمو على المحاليل السكرية فتخمرها، وهى اصغر من الفطريات الخيطية إلا أنها اكبر من البكتريا.

ب- الأكتينوميستيس Actinomycetes

وهى كائنات حية وسط فى حجمها ما بين البكتريا والفطريات الخيطية، وهى وحيدة الخلية، تنمو ببطء شديد حيث يتفوق عليها فى النمو جميع الأحياء الدقيقة الأخرى، وعادة تفرز فى بيئتها مواد ضارة لغيرها تعرف بالمضادات الحيوية.

٤- الطفيليات الحيوانية Animal parasites

كائنات حية تصيب الإنسان عن طريق الفم عادة نتيجة تناول غذاء أو شراب ملوثاً بالطور المعدى، وتسبب له أضراراً صحية، وهى طفيليات داخلية تعيش فى القنوات الهضمية والقنوات المؤدية إليها، وهى إما أن تكون:

أ - حيوانات أولية وحيدة الخلية Protozoa

مثل الأميبا وتتكاثر فى عائلها الأخير بأعداد كبيرة

ب- حيوانات لافقارية عديدة الخلايا (ديدان)

multicellular, non-vertebrate (worms) وهذه تتكاثر تزاوجياً (ذكر وأنثى) وتنتج بيضاً مخصباً يخرج من جسم العائل الأساسى (الإنسان) حيث:

i - إما أن يتكون داخل البويضة يرقة تتسلخ وهى داخل البويضه وتصبح البويضه وبداخلها اليرقه بعد إنسلاخها هى الطور المعدى الذى يصيب الإنسان

عند تناول غذاءاً يحتوى هذه البويضات ذات اليرقه المنسلخه ومثال ذلك الإسكارس (من الديدان الإسطوانيه).

ii - وإما أن يتكون الطور المعدى فى عائل وسيط مثال ذلك الدودة الشريطية (من الديدان المفلطة) حيث أن البيض المخصب الخارج من العائل الأساسى (الإنسان) يلوث الحشائش، وعند تغذية الأبقار (عائل وسيط) على هذه الحشائش ينطلق الجنين من البويضه ويخترق المعدة والأمعاء، ويسير فى الدورة الدمويه ليصل إلى العضلات والقلب ويكون ما يعرف بالدودة المثانية (الطور المعدى) ويصاب الإنسان عند تناوله هذه اللحوم المحتويه على الدودة المثانية (الطور المعدى).

وينشأ عن تلوث اللبن ومنتجاته بالكائنات الحية غير المرغوبة أضرار عديدة منها مايسبب أمراضاً للإنسان ومنها مايسبب فساداً للبن ومنتجاته.

الفصل السادس

سمات (ملامح أو مظاهر) الميكروبات المرضية

للميكروبات المرضية عدة مظاهر أو خواص من أهمها:

١- قدرة الميكروب على إحداث المرض Pathogenicity.

٢- ضراوة (شدة خطورة) الميكروب Virulence.

١- قدرة الميكروب على إحداث المرض Pathogenicity

تعريف المرض:

يعرف المرض بأنه أى تغيير يحدث بجسم الإنسان يبعده عن حالته الطبيعية (تركيبياً أو فسيولوجياً). وهو إما أن يكون:

- مرضاً غير ظاهر: حيث لا يشكو المريض من أعراض واضحة، ولكن يمكن إكتشاف المرض بعلامات أو إختبارات خاصة.

- مرضاً ظاهراً: حيث يشكو المريض من أعراض يحس بها أو علامات مرضيه ظاهرة.

مسببات المرض:

تتعدد مسببات المرض ولكن يمكن إجمالها فى نوعين هما:

- مسببات داخلية (داخل الجسم) ومن أمثلة ذلك: عوامل وراثية - ضعف المناعة

- إختلال هرمونى - شيخوخة - إضطراب فى عملية التمثيل الغذائى ... الخ

مسببات خارجية (عوامل بيئية) ومنها:

- عوامل طبيعية: حرارة - رطوبة - إشعاع - ضوضاء ... الخ
- عوامل نفسية وإجتماعية: ضغط الحياة - عدم الأمان والإحساس بالمسئولية - الإدمان الخ
- عوامل تغذوية: مثل أعراض سوء التغذية.
- عوامل غير حيوية: مثل السموم الطبيعية بالغذاء، المواد الضارة التى قد تتكون فى الغذاء أثناء إعدادة وتحضيره وتصنيعه، الملوثات الكيماوية والسموم الناتجة عن مواد عضوية (مبيدات) وغير عضوية (عناصر ثقيلة) وكذا الأمراض الناجمة عن الإشعاعات (التفجيرات الذرية).
- عوامل حيوية: مثل الأمراض الناجمة عن الميكروبات والطفيليات وتعرف هذه الأمراض عادة بالأمراض المعدية infectious diseases

العدوى Infection

وتعرف العدوى بأنها دخول الميكروب أو الطفيل إلى جسم الإنسان بعد اجتيازه الأنظمة الدفاعية (الحواجز) أى غزو invasion الميكروب لجسم العائل وتكاثره وإفراز سمومه وإحداث المرض، وتتشأ الحالة المرضية كوسيلة من الميكروب أو الطفيل للدفاع عن نفسه والمحافظة على وجوده بجسم العائل.

ويرتبط نشوء المرض وكذا مدة الحضانه incubation period لحد ما بمقدار الجرعة فمن المعروف أنه تحت الظروف المناسبة فان خلية بكتيرية واحدة يمكن أن تعطى ٢٥ ١٠ ٥ خليه فى بحر ٦ ساعات (إنقسام كل ٢٠ د) ومن ذلك نرى أنه فى ظرف ساعات قليلة يصل عدد الخلايا إلى آلاف الملايين (تبعاً لحجم الجرعة) وهذه الأعداد تسبب عبئاً فسيولوجياً على أنسجة وأعضاء العائل المصاب، مما يؤدي لظهور أعراض المرض.

٢- ضراوة (شدة خطورة) الميكروب Virulence

تتوقف شدة الحالة المرضية الحادثة على مدى ضراوة الميكروب وتقاس ضراوة الميكروب أو يعبر عنها بإحدى المصطلحات التالية:

١- الجرعة المعدية (ID): Infectious dose

وهي عدد البكتيريا المرضية والتي لها القدرة على إحداث العدوى.

٢- الجرعة المهلكة ٥٠٪ (LD₅₀): Lethal dose

وهي الجرعة أو المعلق البكتيري الحي الحاوي على عدد من الجراثيم والذي إذا ما حقن (أو أعطى عن طريق الفم) في مجموعة من حيوانات التجارب فإنه يؤدي بعد فترات محددة إلى موت ٥٠٪ من هذه الحيوانات.

٣- الجرعة المهلكة الصغرى (القاتلة) (MLD): Minimal Lethal dose

وهي الجرعة أو المعلق البكتيري الحي الحاوي على أقل عدد من الجراثيم اللازمه لقتل ١٠٠٪ من الحيوانات المختبرة، وجدير بالذكر أن هذه الطريقة لاتحبذ الآن، لأنها تحتاج لمهارة عالية، وخشية الوقوع في الخطأ أثناء القيام بالتجربة، ولوجود عدة عوامل تتداخل مع النتائج منها ما يختص بطبيعة نمو الميكروب.

٤- الجرعة المؤثرة ٥٠٪ (ED₅₀): Effective dose

وهي الجرعة أو المعلق البكتيري الحي الحاوي على عدد معلوم من البكتيريا، يمكن لها إذا ما أعطيت لمجموعة معينة من حيوانات التجارب من نفس النوع وذات مواصفات خاصه أن تؤدي إلى ظهور أعراض مرضية على ٥٠٪ من مجموع هذه الحيوانات.

٥- الجرعة المؤثرة ١٪ (ED₁): Effective dose

وهي الجرعة أو المعلق البكتيري الحي الذي يحتوى عدد معلوم من البكتيريا، يمكن لها إذا ما أعطيت لمجموعة معينة من حيوانات التجارب من نفس النوع وذات مواصفات خاصه أن تؤدي إلى ظهور أعراض المرض على ١٪ من مجموع هذه الحيوانات.

ويلاحظ أن طريقتي الجرعة المؤثرة ٥٠٪، ١٪ تعد أكثر إقتصاداً لعدم موت الحيوانات فيهما

العوامل المحددة لضرارة الميكروب:

تتأثر مدى ضرارة الميكروب بعوامل منها:

١- العوامل البيئية: كاستخدام المستحضرات المضادة للميكروب، والحرارة العاليه. وتستخدم هذه العوامل كوسيلة لنقص درجة ضرارة الميكروب صناعياً لإستخدامه فى تحضير Vaccines المستخدمه فى الوقايه العلاجيه لعدد كبير من الأمراض المعديه.

٢- النظم الهجومية للميكروب: وتتمثل هذه النظم فى الوسائل التى يهاجم بها الميكروب العائل، وتزيد من قدرته على إحداث العدوى ومنها قدرة الميكروب على إنتاج التوكسينات، وقدرته على إنتاج الكبسولات (محفظه)، وقدرته على غزو أنسجة العائل وإنتاج العاديات.

٣- النظم الدفاعية للعائل: وهى النظم التى يحاول بها العائل دفع الضرر الناشئ عن مهاجمة الميكروب له، أى طرق مقاومته للميكروب وسمومه. ومنها النظم الدفاعية غير المتخصصة، والنظم الدفاعية المتخصصة أى ما يعرف باسم المناعة. ونستعرض فيما يلى أهم النظم الهجوميه للبكتريا والنظم الدفاعية للعائل.

أولاً: النظم الهجوميه للبكتريا

وتتمثل هذه النظم فى:

١- قدرة البكتريا على إنتاج السموم البكتيرييه: Bacterial toxins

تنتج جميع البكتريا المرضيه مجموعه من السموم تعرف بالسموم البكتيرييه أو التوكسينات البكتيرييه وتنقسم التوكسينات البكتيرييه إلى توكسينات خارجيه Exotoxins وأخرى داخلية Endotoxins

أولاً: التوكسينات الخارجيه Exotoxins وتتميز بالخواص التاليه:

١- سموم تفرز خارج الخلية، وتتميز بسرعة إنتشارها من الخلية إلى الوسط المحيط بها كالغذاء كما فى حالة التسمم البتشيوليني (Botulism) بفعل بكتريا *Cl. botulinum*، أو يفرزها الميكروب فى جسم العائل مثل: الدفتريا (Diphtheria) بفعل بكتريا *Corynebacterium diphtheriae*.

٢- يمكن فصلها بالترشيح من الخلايا البكتيرية (البيئة) وقد أمكن فصل العديد منها بصورة نقيه بالترسيب (الترسيب بحمض TCAA - الترسيب الملحي Salting out بكبريتات الأمونيوم) ثم إدمصاصها على مواد مختلفة.

٣- عبارة عن بروتينات مرتفعة الوزن الجزيئي، قد يصل الوزن الجزيئي لبعضها إلى مليون دالتون (السم البتشيوليني A). لبعضها خواص الإنزيمات فتحلل مركبات هامه حيويه في خلايا نسيج العائل مما يؤدي لظهور المرض، وبعضها مواد بروتينية غير أنزيمية إما أن تهدم بأنزيمات الهضم المحللة للبروتين، وبذا لا تؤثر على العائل إذا أخذت عن طريق الفم مثل سم الدفتريا *Diphtheriae toxin*، وبعضها مواد بروتينية لا تهدم بالإنزيمات الهاضمة مثل التوكسينات التي تنتجها *Clo. botulinum*، *Pathogenic staphylococci* وهذه تحدث تسمماً *intoxication* عند تناولها عن طريق الفم.

٤- مواد عالية السمية حتى مع الجرعات الصغيرة جداً خاصة إذا كان التوكسين في صورة نقيه فمثلاً (مليجرام واحد من سم الدفتريا يقتل ١٠ ٥ ١٠ خنزير غنياً؛ مليجرام واحد من السم البتشيوليني يقتل ١٠ ٩ فأراً أبيض، بل أن ٣ كجم من السم البتشيوليني A يكفي لقتل جميع سكان الأرض).

٥- تتميز بتخصصها في إصابة عضو أو نسيج معين، فبعضها يؤثر على الجهاز العصبي وتسمى سماً عصبياً *nervotoxin* مثل السم البتشيوليني، وسم التيتانوس *tetanus toxin* والأخير تسببه بكتريا *Cl. tetani* وبعضها يؤثر على الجهاز الهضمي ويسمى سماً معوياً *enterotoxin* مثل سم الكوليرا (*vibro cholerae*) والتسمم العنقودي *Staphylococcal food poisoning* الذي تسببه *pathogenic staphylococci* وبعضها يؤثر على الخلايا ويقتلها ويعرف بالسم الخلوي *cytotoxin* مثل سم الدفتريا والذي يؤثر على الغده الكظرية *adrenals* وعضلة القلب *cardiac muscle*.

٦- بعضها حساس للحرارة *heat labile* يتلف ٦٠ - ٨٠ م / ١٠ - ٦٠ د، كما يتكسر حالاً بالغلي، ولكنها أكثر ثباتاً في الحالة الجافة، كما أن إضافة السكر يزيد من مقاومتها للحرارة. وفي نفس الوقت فهي ضعيفة الثبات تجاه الضوء والأكسجين، ولذا فقد تفقد سميتها بالتخزين لفترات طويلة، كما تؤدي الأوساط الحامضية إلى إبطال سميتها وذلك نتيجة حدوث تغير في طبيعتها، كما تفقد سميتها تحت تأثير

الفورمالين، فتوكسين الدفتريا يفقد خاصية السمية فى مدة (٣٠ يوم) على حرارة ٣٠ - ٤٠ م° فى محلول ٠,٣ - ٠,٤ ٪ فورمالين، حيث يتحول التوكسين إلى مادة غير سامه تسمى توكسيد toxid ذات خواص أنتيجينية تستخدم vaccine لوقاية الأشخاص المعرضين للأصابة بالدفتريا، حيث تحفز جسم العائل على إنتاج أجسام مضادة فى الدم عالية النشاط highly active antibodies، لها القدرة على معادلة التوكسين فتعمل كمضاد للتوكسين antitoxin.

ثانياً: التوكسينات الداخلية Endotoxins

وهى تمثل معظم التوكسينات البكتيرية خاصة البكتريا السالبة لصبغة جرام إذ تكون جزءاً من الجدار الخلوى للبكتريا، حيث ترتبط به إما إرتباطاً ضعيفاً، ونحصل عليها بالاستخلاص بالأحماض والقواعد الضعيفة، وإما إرتباطاً قوياً ولإستخلاصها تكسر الخلايا بوسائل ميكانيكية كالدبذبات فوق الصوتية ultrasonic vibration أو التجميد والتسييح، أو تستخلص بالهضم بالإنزيمات أو الكيماويات.

وتركيبتها إما مواد بروتينية أو معقد من البروتين والفوسفوليبيدات والسكريات العديدة وتسمى معقد lipo-polysaccharide protein complex، والمعقد يوجد غالباً فى البكتريا السالبة لجرام وكذا بكتريا الحميات المعوية enteric fevers إذ تتكاثر بدرجة كبيرة فى أنسجة العائل وتتوغل فيه وتنطلق منها هذه السموم بعد موتها وتحللها.

وهى أقل سمية إذ لا يظهر أثرها السام إلا مع الجرعات الكبيرة. وتفقد سميتها جزئياً تحت تأثير الفورمالين والحرارة، إلا أنها ثابتة حرارياً، فبعضها يقاوم الغليان والتعقيم ١٢٠ م° / ٣٠ د. وغالباً لا تكون توكسيد toxid كما أنها ضعيفة التخصص. ومن أعراضها عادة التأثير الرافع للحرارة pyrogenic effect فحقن ١٠ x ٢^{-٣} ميكروجرام لكل كجم من وزن الجسم يؤدي لرفع حرارة الجسم خلال ١٥ د، وتعزى قدرة هذه السموم على إحداث حالات الحمى pyrogenicity والتسمم toxicity إلى الجزء lipo-polysaccharide، بينما تعود الخواص الأنتيجينية إلى الجزء البروتينى.

ويمكن اعتبارها أنتيجينات جزئية أو ناقصة partial antigen وتعرف هذه الأنتيجينات باسم Haptens ولاينتج عنها أجسام مضادة antibodies إلا بارتباطها ببعض المواد الأخرى الموجودة بجسم العائل لتعطى أنتيجين جديد يحث الجسم على إنتاج الأجسام المضادة.

بعض الملاحظات:

ملحوظة (١): تختلف السموم البكتيرية عن السموم الفطرية mycotoxins فالسموم الفطرية عبارة عن نواتج تمثيل ثانوية للفطريات عند نموها على المواد الغذائية ولذا توجد في جراثيم الفطريات أو في البيئة التي تنمو عليها. وتعتبر السموم الفطرية من أقوى السموم الميكروبية المعروفة وهي تختلف عن السموم البكتيرية في أنها ذات وزن جزيئ صغير أقل من ٥٠٠ دالتون، وهي سموم غير أنتيجينية أي لا تحفز الجسم على تكوين أجسام مضادة، كما أنها أكثر تعقيداً من الوجهه الكيميائيه، وأكثر مقاومة للحرارة بدرجة يصعب معها إتلافها بالحرارة التقليدية المستخدمة في التصنيع والطهي.

ملحوظة (٢): الأنتيجينات أو المستضدات antigen أو مولدات المناعة immunogen عبارة عن مواد عضوية كبيرة الوزن الجزيئ، معقدة التركيب إما بروتينات أو معقد من الليبيدات والسكريات العديدة والبروتين lipo-polysaccharide protein complex هذه المواد عند دخولها الجسم عن طريق الفم أو الحقن تحفز الجهاز المناعي إلى إنتاج أجسام مضادة antibodies ويمكن تقسيم الأنتيجينات إلى:

أ- أنتيجينات كاملة Complete antigen

وهي المواد التي ينشأ (عنها عند دخولها الجسم مباشرة إلى) إنتاج أجسام مضادة لها القدرة على التفاعل معها سواء داخل الجسم أو خارجه فعند خلط محلول من الأنتيجين بنسبة صحيحة ملائمة مع المصل المضاد فإنه يتكون راسب. والأنتيجينات الكاملة تشمل:

١- بروتينات: مثل الريبونوكليز ribonuclease والليزوزيم lysozyme ألبومين البيض albumin وألبومين المصل serum albumin.

٢- بكتريا أو مشتقاتها مثل الأنتجين الرئيسي (الجسمي) somatic antigen والأنتجين السوطي flagellar (H) antigen وهو الناتج من السلاسل المتحركة، الأنتجين الكبسولي K(V1) antigen وهو الموجود في الكبسولة المحيطة بالخلية البكتيرية..

٣- الفيروسات ومشتقاتها.

ب - أنتيجينات جزئية Partial antigen (ناقصه):

وتعرف باسم haptens وهذه عبارة عن ليبيدات وكربوهيدرات معقدة عند دخولها الجسم لاينتج عنها أجسام مضادة إلا بارتباطها بمواد أخرى بالجسم.

ملحوظة (٣): الأجسام المضادة Antibodies هي مواد بروتينية موجودة فى مصل الدم، وتعرف بجلوبيولينات المناعة، تنتجها الخلايا المناعية immunity cells (أى الخلايا المولدة للأجسام المضادة) إستجابة لدخول الأنتيجينات إلى الجسم ويتولد منها فى المصل خمسة أنواع هي IgM, IgA, IgG, IgE, IgD وتتوقف كفاءة الأنتيجين (المستضد) على تحفيز الجهاز المناعى على عدة عوامل منها:

١- حجم الأنتيجين: تزيد كفاءة الأنتيجين على تحفيز الجهاز المناعى بزيادة حجم الأنتيجين فمثلاً الألبومين (وزنه الجزيئى يفوق ٦٠,٠٠٠ دالتون) يعتبر أنتجين قوى بينما الأنجيدتين (وزنه الجزيئى ١٠٣١ دالتون) يعتبر أنتجين ضعيف.

٢- التركيب الكيماوى للأنتيجين: كلما زاد تعقيد الأنتيجين زاد تحفيز الجهاز المناعى.

٣- درجة الغرابة: كلما زادت درجة غرابة الجسم الغريب (الأنتيجين) زاد تحفيز الجهاز المناعى.

٢- قدرة البكتريا على إنتاج كبسولات capsular material

لبعض البكتريا المرضيه مثل *Bacillus anthracis* (الجمرة الخبيثة والحمى الفحمية anthrax)، *Cl. perfringens* (التسمم البرفرنجى perfringens food poisoning)، *Brucella spp* (الحمى المتقطعة tularaemia) القدرة على إنتاج كبسولات حول نفسها داخل جسم العائل (إنسان أو حيوان)، وهذه الكبسولات تحمى البكتريا من البلعمة (الإبتلاع) phagocytosis، وكذا من الأجسام المضادة antibodies، فمثلاً وجد أن بكتريا الجمرة الخبيثة ذات الكبسولة (مكبسلة) أشد ضراوة more virulent عن غير المكبسلة، وقد يرجع ذلك لوجود شحنات على هذه الكبسولات مشابه لتلك الموجودة على الأغشية البلازمية للخلايا البلعمية، مما يؤدي إلى التناثر والابتعاد عن بعضها، كما أن بعض البكتريا ذات الكبسولة قد تبتلعها الخلايا البلعمية، غير أنها لا تهضمها بل تتكاثر بداخلها وتحطمها وتخرج البكتريا سليمة

لتبتلعها خلية بلعمية أخرى وهكذا وتعرف هذه الظاهرة بالبلعمه غير الكاملة
Incomplete phagocytes.

٣- قدرة البكتيريا على غزو الجسم Invasive properties of pathogenic bacteria

تنتج بعض البكتيريا المرضيه مواد تزيد من الفعل الموضعي الأولى على الأنسجة، مما يؤدي إلى نخر تلك الأنسجة ومساعدة البكتيريا على غزو جسم العائل ومن هذه المواد:

أ - محلات كرات الدم الحمراء Haemolytic

ومنها haemolysins $\alpha, \beta, \gamma, \delta$: غير معروف بالضبط دورها على الخلايا الحمراء، فالبعض يعتبرها إنزيمات والبعض الآخر ينكر عليها الخاصة الأنزيمية. ويقدر نشاطها haemolytic activity بقياس درجة التحلل الحادث لبيئة تحتوى كرات الدم الحمراء، والبكتيريا المنتجه لـ α - haemolysin تكون مستعمرات خضراء أو خضراء داكنه على أجار الدم، بينما تتكون مناطق شفافة حول مستعمرات البكتيريا المنتجه لـ β - haemolysin عند نموها على أجار الدم.

ب - محلات أنسجة الجسم وتسمى بالعوامل النشرة Spreading factors

وهي أنزيمات أو مواد لها خواص الأنزيمات تحدث موت موضعي necrosis (نخر) للنسيج العضلي ومنها:

١- hyaluronidase الذى يحلل حمض هياليرونيك hyaluronic acid، والذى يطلق عليه الحاجز الواقى للأنسجة الضامه إذ يمنع نفاذ أى مادة غريبه ومنها البكتيريا إلى هذه الأنسجه.

٢- Lecithinase, mucinase, collagenase حيث يقوم الأول والثانى بإتلاف الأنسجه الرابطة (الضامه) connective tissues للعضلات (مثل الكولاجين) ويقوم إنزيم Lecithinase C بإذابة الليشيين الموجود فى غشاء ألياف العضلات
Membrane of muscle fibers.

ملحوظه: يوجد ٣ أنواع من Lecithinase هي A فى سم الحيه والعقرب والنحل و B يوجد فى بعض النباتات، C فى كثير من الميكروبات المرضيه مثل Clo. Perfringes وغيرها من البكتيريا المسببه للغرغرينا Gas gangrene.

٤ - قدرة البكتريا المرضيه على إنتاج العاديات Bacterial aggressin

العاديات aggressins مواد تنتجها البكتريا المرضيه تعوق بها النظام الدفاعى للعائل مما يساعدها على غزو أنسجة العائل ومن أمثلتها.

أ - coagulase: تفرزه البكتريا العنقوديه *Step.aureus* إذ يقوم الأنزيم بتحويل الفيبروجين إلى فيبرين يعمل شبكة تحمى الميكروب من الخلايا البلعميه. وفى نفس الوقت فإن تجلط الفيبروجين يشارك فى تجلط البلازما مما يؤدى إلى تلف الأنسجه.

ب - Leucocidins: تقوم بدور يشبه دور الأنزيمات وتقتل الخلايا البلعميه من النوع (macrophages ، monocytes) وتفرزها البكتريا العنقودية وبعض السلالات المرضيه من البكتريا السبحيه *Streptococci*.

ج - Toxins - α ، γ : وهى تشبه فى دورها Leucocidins إذ تقتل الخلايا الدمويه البيضاء العملاقه macrophage leucocidal وتنتجها أيضاً البكتريا العنقوديه وبكتريا *Clo. Perfringens*.

ثانياً النظم الدفاعية للعائل (المناعة Immunity)

مقدمه:

المناعة لفظ مشتق من الكلمه اللاتينيه immunis أى خال من العلل، وقد تكون هذه الكلمه اللاتينيه مشتقه من اللغة العربيه من كلمه أمن أى عدم وجود ما يهدد، فاللغه العربيه أقدم من اللاتينيه كما أن كلمه imn فى اللاتينيه يقابلها فى العربيه الألف والميم والنون.

ومن الناحية الطبيه تعنى المناعة مقاومة الجسم للكائنات المرضيه التى يتعرض لها، وكذا مقاومة الجسم لسموم هذه الكائنات.

وسوف نتناول هنا موضوع المناعة من محورين هما: الجهاز المناعى (جهاز المناعة) Immune system وأنواع المناعة.

أ- الجهاز المناعي Immune system

تعريف الجهاز المناعي:

هو الجهاز المسئول عن حماية الجسم من الأمراض، إذ يقوم بالدفاع عن الجسم ويمنع ملايين الكائنات الحية والأجسام الغريبة من إختراق الكائن الحي.

خصائص الجهاز المناعي:

١- التخصص: بمعنى ان الشخص الذى لديه مناعة ضد مرض معين ليس من الضروري أن يكون محصناً ضد مرض آخر.

٢- التمييز بين الذات والغير Discrimination between self and non self أى يميز بين الكائنات الغازية وبين مكونات الجسم الطبيعية.

٣- الذاكرة Memory: بمعنى ان لجهاز المناعة القدرة على الإحتفاظ بأرشيف كامل لكل الأجسام الغريبة (ميكروبات وغيرها) التى تعامل معها على مدار السنين السابقة، بحيث عند تعرض الجسم لنفس الميكروب مرة أخرى فإن جهاز المناعة سيكون عنده السلاح المناسب للقضاء على هذا الميكروب فى الحال، وهذا ما يفسر أن بعض الأمراض الميكروبية المعديه لا يصاب بها الإنسان إلا مرة واحدة من عمره مثل مرض الحصبة والكوليرا والغدة النكفية وغيرها.

فعند دخول أى أنتيجين (جسم غريب) للجسم لأول مرة فإن الجهاز المناعى للإنسان يكون أجساماً مناعية تصل أقصاها خلال مدة معينة فإذا أصيب الإنسان بنفس الأنتيجين مرة ثانية فإن الجهاز المناعى يكون أجساماً مناعية تصل عشرة أضعاف ما حدث فى المرة الأولى وفى مدة أقل وقد تكون الذاكرة مستمرة طول الحياة.

سبب الإهتمام بدراسة الجهاز المناعى: من أسباب الإهتمام بالجهاز المناعى

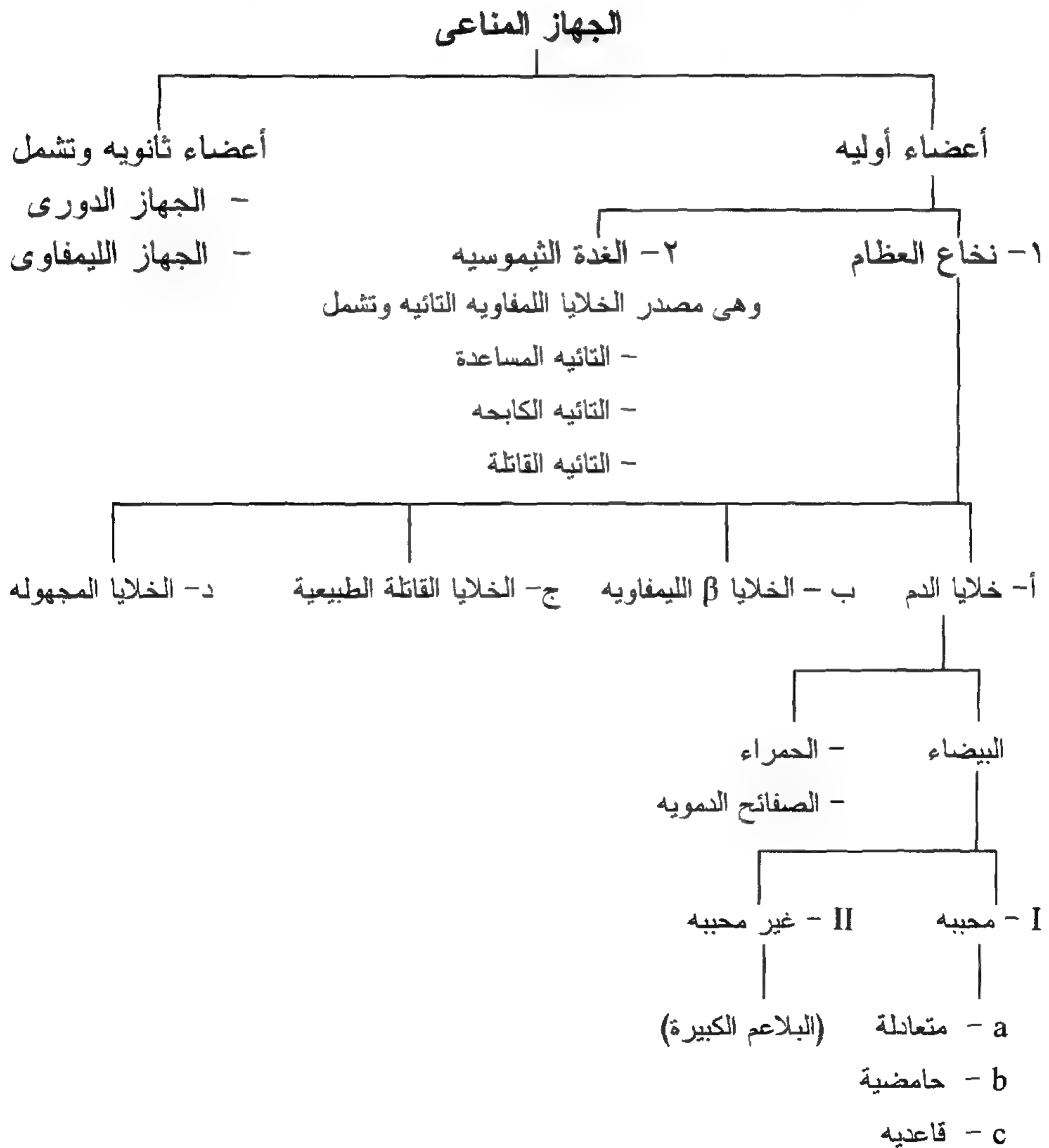
١- إنتشار مرض نقص المناعة المكتسبه (الإيدز).

٢- زيادة أمراض الحساسيه.

٣- إمكانية تطويع الجهاز لعلاج بعض الأمراض، وتحسين نتائج زراعة الأعضاء.

تركيب الجهاز المناعى:

يتكون الجهاز المناعى من أعضاء وخلايا تعمل مع بعضها فى تناسق تام أشبه ما يكون بفريق الموسيقى، فرغم أن كل فرد (خلية) فى الفريق (الجهاز) له عمل محدد، إلا أن الجميع متعاونون، فإذا لم يتقن أحد الأفراد (الخلايا) عمله كانت النتيجة حدوث نشاذ فى العمل وقد يتلف الجهاز. ويوضح التخطيط التالى أعضاء وخلايا جهاز المناعة.



I- الأعضاء الأولية Primary organs: وهى تتكون فى المراحل الأولى من نمو الجنين حيث تتحول بعض الخلايا الطلائية إلى خلايا شبه أميبية لاتدخل فى بناء الأعضاء ومنها يتولد نخاع العظام والغدة الشيموسية.

١- نخاع العظام Bone Marrow

وفيه يتم تصنيع خلايا الدم وخلايا β الليمفاوية β - lymphocytes والخلايا القاتلة الطبيعية والخلايا المجهولة.

أ- خلايا الدم: وتشمل الصفائح الدموية وكرات الدم الحمراء والبيضاء.

ويقع على خلايا الدم البيضاء عبء الدفاع المباشر عن الجسم ضد الميكروبات، عن طريق إلتها مها فهى خلايا ملتهمه phagocytes وتنقسم إلى:

I- خلايا محببه Granulocytes ويطلق عليها أيضاً الخلايا البيضاء مشكلة النواه polymorphonuclear leucocytes وهى من أكثر الخلايا البيضاء إنتشاراً. تتكون من سيتوبلازم محبب ونواة متعددة الفصوص وتشمل:

a. خلايا متعادلة الصبغ Neutrophil: تحتوى نوعين مميزين من الحبيبات، الحبيبات الإبتدائية أو الليسوسومات وهذه تحتوى إنزيمات ميلوبيروكسيديز والهيدروليز الحمضى، والحبيبات الثانويه وتحتوى إنزيمات الفوسفاتيز القلوى والليسوزيم والأمينوببتيديز ووظيفتها عملية الإلتها م (البلعمه).

b. خلايا حامضية الصبغ Eosinophil: تحتوى نواة أقل تفصصاً من الخلايا المتعادلة ومن وظائفها الألتها م (بكفاءة أقل من الخلايا المتعادلة)، إبطال مفعول عوامل الإلتها م المنبعثة من الخلايا القاعدية.

c. خلايا قاعدية الصبغ Basophil: أقل عدداً من النوعين السابقين، نواتها على شكل حرف S، لها قدرة إلتها ميه بسيطة تحتوى سيتوبلازم ذو حبيبات كبيرة تفرز مواد كيمياويه عند تعرضها لإجسام غريبه، وهذه المواد المنبعثة تسبب أعراض الحساسيه (إحمرار - هرش - إنخفاض ضغط الدم).

II - خلايا غير محببه Agranulocytes: وتسمى أيضاً الخلايا أحادية النواه Mononuclears، والنواه دائريه تقريباً ومنها البلاعم الكبيره Macrophage وهى

تحتوى على عدد كبير من الليسوسومات وجزء من الشبكة الأندوبلازميه المحببه (تصنع البروتين)، كما تحتوى نواه واحدة كبيرة كلوية الشكل أو منضغطة. وهذه البلاعم إما أن تكون غير بالغة وتوجد فى مجرى الدم وتسمى بالوحيدات، وإما أن تكون بلاعم بالغة وتوجد فى الأنسجة الضامه وتسمى خلايا نسيجيه، كما توجد مبطنه لجيوب الكبد وتسمى خلايا كوير، وتوجد فى المخ وتسمى Microglia وتوجد فى الرئه وتسمى Alveolar macrophages.

ومن وظائف البلاعم الكبيرة:

- إلتهام معقدات الأنتيجين والأجسام المضادة Antigen antibody complex.
- تنظيف بقايا أو حطام الخلايا العادية (الغازيه)، أى تنظيف بقايا المعركة، وذلك عن طريق إلتهام وتحليل هذه الخلايا إلى مكوناتها الأصلية مستخدمه فى ذلك إنزيمات التحلل.
- إفراز مركب كيمائى هو إنترليوكين Interleukin الذى ينشط تكاثر وتشكيل خلايا β (β - cells).

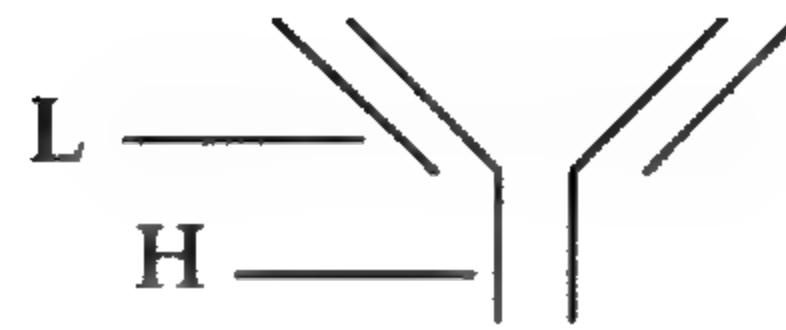
ب - خلايا β الليمفاويه β - lymphocytes

تفرز هذه الخلايا فى الدم بعد تصنيعها فى نخاع العظام، وتكون فى صورة غير ناضجة (أى ليست لها القدرة على الإستجابة للأنتيجينات)، وتدور هذه الخلايا β - cells فى الدم واللف وتكمل نموها (نضجها) بعد ١ - ٣ أيام وتصبح قادرة على الإستجابة للأنتيجينات، حيث يتكون عليها أثناء عملية النضج نوعاً خاصاً من المستقبلات التى ترتبط بنوع واحد من الأنتيجينات (تخصص)، وتدور خلايا cells β - فى الدم وتستقر فى الأنسجة الضامه والأعضاء الليمفاويه، ومن خصائص هذه الخلايا:

- الحركة النشطة والشكل الدائرى وإحتوائها نواه كبيرة تشغل معظم الخلية.
- مسئوليتها عن المناعة فى الدم Humoral immunity عن طريق إرتباط الأنتيجين على β - cells السابق برمجتها فى نخاع العظام، وبعد هذا الإرتباط تبدأ خلايا β - cells فى الإنقسام لتكون خلايا يتميز بعضها إلى خلايا بلازميه بها شبكة إندوبلازميه.

- عند إصطدامها بالأنتيجين تنشط لتفرز جلوبولينات المناعة (أجسام مضادة).

- وتنتشر هذه الجلوبيولينات في كل أجزاء الجسم، ولها وظائف متعددة، فكل مجموعة منها موقع متخصص فعال Effector domains وهناك خمس مجاميع رئيسيه من هذه الجلوبيولينات، وذلك تبعاً لتتابع الأحماض الأمينية في السلسلة الثقيلة Heavy chain فجزئ الجلوبيولين يظهر تحت المجهر الإلكتروني في شكل ٧ له ذراعان وعند تحله يعطى ٤ سلاسل عديدة الببتيدات سلسلتان لهما حجم كبير



ويطلق عليها السلاسل الثقيلة Heavy chain ويبلغ الوزن الجزيئي ٥٠,٠٠٠ دالتون لكل سلسله، أما السلسلتان الأخرتان فهما من النوع الخفيف light chain ويبلغ الوزن الجزيئي لكل سلسله ٢٥,٠٠٠ دالتون. والمجاميع الخمس الرئيسية لجلوبيولينات المناعة هي IgD, IgM, IgG, IgA, IgE كما يلاحظ وجود عدد من تحت المجاميع. والفروق الأساسية بين المجاميع الخمسة فهي فروق في السلسلة الثقيلة المكونه لها ويبين الجدول التالي جدول (٧) أنواع وأهم وظائف هذه الجلوبيولينات.

جدول (٧) أنواع وأهم وظائف جلوبيولينات المناعة

مجموعة الجلوبيولين	موقعه ووظائفه
IgD	يوجد على سطح العديد من خلايا β - cells يعمل كمستقبل للمستضدات — يتحكم في نشاط خلايا β - cells — متوسط بقائه في مصل الدم ٢ — ٣ يوم.
IgM	يوجد على سطح العديد من خلايا β - cells وفي بلازما الدم، يعمل كمستقبل للأنتجينات على سطح β - cells — يعتبر مادة لاصقه قويه — يحتل المركز الثاني من حيث التركيز في مصل الدم.
IgG	هو الجلوبيولين المناعي السائد في بلازما الدم — يمثل حوالي ٧٥٪ من تركيز الجلوبيولينات — يمكن أن يمر من خلال المشيمه نظراً لصغر حجمه — مسئول عن حماية الرضع من الأمراض لمدة ٦ شهور بعد الولادة — يوجد من ٤ فئات هي IgG_1 , IgG_2 , IgG_3 , IgG_4

مجموعة الجلوبيولين	موقعه ووظائفه
IgA	يسمى بالجلوبيولين المناعى الإفرازى secretory immunoglobulin يفرز من خلايا البلازما plasma cells الموجودة فى كل من الجهاز الهضمى والتنفسى والبولى والتناسلى فيحمى الأنسجة الطلائية المبطنه لهذه الأجهزة من التصاق البكتريا بأسطحها - يمثل أهميه كبيرة فى حماية القنوات المعويه والتنفسيه والبولى والتناسليه.
IgE	يوجد بتركيزات منخفضة جداً فى مصل الدم - ويفرز من خلايا البلازما plasma cells فى الجلد واللوزتين والجهاز الهضمى والتنفسى - مسئول عن تفاعلات الحساسيه إذ يلتصق بالخلايا القاعديه basophils مما يؤدى إلى إنطلاق المواد المنشطة للأوعيه الدمويه مثل الهستامين histamine الذى يسبب حدوث أعراض الحساسيه (طفح جلدى - هرش - ربو).

وبجانب خلايا الدم والخلايا البائية يتولد فى نخاع العظام خلايا مناعية أخرى منها:

الخلايا القاتله الطبيعيه Natural killer (NK) cells والخلايا الليمفاويه Killer أو K-cells وقد تسمى أحياناً بالخلايا المجهوله Nullcells.

٢ - الغدة التيموسيه Thymus gland

تتكون هذه الغدة فى الجنين وتكون كاملة التكوين عند الولادة وتصل إلى أقصى حجم لها عند سن البلوغ ثم تضمر بعد ذلك، وتقع هذه الغدة خلف عظمة القص فى أعلى منطقة الصدر قرب قاعدة العنق، وفيها يتم تصنيع الخلايا الليمفاويه التائيه lymphocyte T وسميت بهذا الأسم لأنها تتضج فى هذه الغدة بتأثير ما تفرزه هذه الغدة من هرمون Hymosin وتعتبر الخلايا الليمفاويه التائيه هى المسئولة عن مناعة الأنسجة فبعد نضج الخلايا الليمفاويه التائيه فى الغدة التيموسيه فإنها تترك الغدة وتدور فى الدم وكثيراً ما تستقر فى أعضاء أخرى خصوصاً الكبد والطحال spleen والعقد الليمفاويه lymph nodes مثل العقد الموجوده أسفل الإبط: وهى ترشح السائل الأتى من الذراعين، الموجوده أعلى الفخذ وهى ترشح السائل الأتى من الأرجل، الموجوده تحت السطح المبطن للأمعاء وتسمى Peyer's patches وهى ترشح (تطرد) الأنتجينات التى

دخلت مع الغذاء أو التي جاءت من البكتيريا النامية في الأمعاء - إلى الخارج لمنعها من دخول الجسم، ولا تفرز الخلايا التائية أجساماً مضادة antibodies ولكنها تساعد الخلايا البائية في تكوينها وينتمي إلى الخلايا التائية عدة أنواع من الخلايا منها:

أ- الخلايا التائية المساعدة Helper T (Th) cells

I - تقوم بإفراز عوامل تنبه خلايا أخرى مثل الخلايا القاتلة والخلايا الملتهمه الكبيره ومن هذه العوامل cytokenes السيتوكينات وهي مواد بروتينية تشبه الهرمونات ووظيفتها تنظيم عمل الجهاز المناعي ومن أشهر هذه المواد.

١- الأنترفيرون: ومنها، α ، β ، γ ويستخدم α في علاج بعض أنواع سرطانات الدم وبعض أورام الفيروسات مثل التهاب الكبد المزمن النشط المصاحب للفيروس B أو C ولكن له بعض الأعراض الجانبية التي تحد من قيمته العلاجية مثل زيادة إنزيمات الكبد - هبوط الضغط وعدم إنتظام ضربات القلب - نقص كرات الدم البيضاء - الشعور بالإجهاد.

٢- الإنتركولينات: وهومجموعة من أهمها رقم ٢ ويستعمل في علاج السرطان إذ يعمل على تدمير الخلايا السرطانية دون الإضرار بالخلايا المحيطة بها.

II - تلعب دوراً هاماً في معظم التفاعلات المناعية، وتعتبر هذه الخلايا هي هدف لفيروس الأيدز (HIV) Human Immunodeficiency Virus (HIV) لذا فإن فقد هذه الخلايا Th cells نتيجة الإصابة بفيروس HIV فإن ذلك يسبب فشل الجهاز المناعي وعدم أداء وظائفه وظهور أعراض مرض الأيدز Acquired immunodeficiency syndrome.

III - وتشمل الخلايا المساعدة: خلايا مساعدة ١ th-1 تفرز انترليوكين، IL2، الانتروفيون، عامل تحلل الأورام، كما تشمل خلايا مساعدة ٢ th-2 وتفرز مجموعات أخرى من الإنترليوكينات 4, 5, 6, 10, 13.

ب - الخلايا التائية المثبطة suppressor T (Ts) cells وهي تتخلص من الجزيئات الغريبة عن الجسم.

ج - الخلايا التائية القاتله killer Tcells or cytotoxic T (Tcx) cells وهى وحيدة النواه وتعتبر خط الدفاع الأول لمراقبة الأورام والعدوى وتساعد β - cells على التفاعل مع الأنتجن. كما تقوم بعملية القتل بإفراز جزيئات سامه للخلية الهدف، ولها القدرة على تحلل وإذابة جزء كبير من مختلف أنواع الخلايا خاصة السرطانية.

II- الأعضاء الثانويه أو النسيج الليمفاوى الطرفى: Secondary organs, periopheral lymphoid tissue وتتكون من:

١ - الجهاز اللمفاوى:

واللمف عبارة عن سائل ينتقل من الدم إلى المسافات الموجودة بين وحول الأنسجة وذلك فى أوعيه ليمفاويه رقيقه الجدر ومنها إلى أوعيه أكبر حيث يدخل مرة أخرى إلى الدم والجهاز اللمفاوى هو الجهاز الذى يدور فيه اللمف وأثناء دورانه يتم ترشيحه بواسطة العقد الليمفاويه والطحال اللذين يعتبران مرشحين للدم.

٢ - الجهاز الدورى

العوامل المؤثره على كفاءه الجهاز المناعى

تتأثر كفاءة الجهاز المناعى بعوامل عديده من أهمها التغذية والضغط النفسى والحياه الاجتماعيه وممارسه الرياضه والعادات الصحيه والسلوكيه

أولاً: التغذية وعلاقتها بكفاءة الجهاز المناعى

تتناول فى ذلك مكونات الغذاء الرئيسيه ودورها فى زياده كفاءة الجهاز المناعى:

١ - الكربوهيدرات

تعتبر الكربوهيدرات من أهم مصادر الطاقة اللازمه لعمل أجهزة الجسم ولكن مع الاعتدال فى تناولها حتى لا يخزن الزائد منها فى الجسم مما يؤدى الى السمنه والتي ثبت تأثيرها المثبط لجهاز المناعة.

٢ - البروتينات

تلعب البروتينات دوراً هاماً فى زياده كفاءة الجهاز المناعى فهى:

أ- تدخل فى تكوين الاجسام المضاده (جلوبيولينات المناعه) والتي تفرزها الخلايا البائية.

ب- تدخل فى تكوين انوية الخلايا المناعيه وبروتوبلازمها كما انها مسئوله عن تجديد هذه الخلايا.

ج- تدخل فى تكوين المركب البروتينى المكمل والذى له دور مهم فى التخلص من المستضدات ومساعدة الخلايا البلعميه فى إلتهاام الاجسام الغريبه.

لذا فإن نقص البروتينات يؤدى لنقص المناعة الطبيعى عند الفرد والتي تمثل خط الدفاع الاول ضد المواد الضاره والميكروبات.

٣- الدهون

يحتاج الإنسان الى الدهون لما تؤديه من وظائف هامه فهى تدخل فى تركيب جدار الخليه وتكوين بعض الهرمونات مثل البروستاجلاتدين والذى له اهميه فى تنظيم الإستجابه المناعية والسيطره على ضغط الدم وحالات الإلتهااب، كما يحتاج الإنسان الى الدهون كمصدر للطاقه كما أنها ضروريه فى الغذاء لإذابة وإمتصاص الفيتامينات الذائبه فى الدهن A , D , E , k.

ورغم الفوائد السابقه للدهون والتي لا يحتاج لإدائها سوى قدر بسيط من الدهون فإن الزيادة فى تناولها يعمل على تقليل كفاءة جهاز المناعة لما يلى:

أ- تؤدى لإرتفاع مستوى الكوليسترول فى الدم مما يؤدى الى ضعف المناعة ويجب ان نشير هنا الى أن دهون الاسماك والكائنات البحريه لاتؤدى الى زيادة نسبة الكوليسترول لاحتوائها على نسبة ضئيله من الاحماض الدهنيه المشبعه بجانب احتوائها على نسبة عاليه من الاحماض الدهنيه الغير مشبعه من النوع اوميغا ٣ وهذه النوعيه من الاحماض الدهنيه تقلل من مستوى الدهون الضاره وتحافظ على سيولة الدم وتمنع تجلطه .

ب- تؤدى زياده الدهون خاصة الغنيه بالاحماض الدهنيه المشبعه الى التقليل من الكفاءه المناعيه فهى تعمل على:

- النفاذ الى داخل الخلايا البلعميه فتفقدھا قدرأ من حساسيتها للأجسام الغريبه التى تهاجم الجسم.

- إضعاف قدره السيتوكينات على نقل الاشارات بين الخلايا نتيجة إختلال تركيب جدار الخلايا.

- إضعاف عملية انقسام الخلايا الليمفاوية التائية المساعدة وبالتالي ضعف انتاج الاجسام المضادة فى حالة هجوم الاجسام الغريبة الضاره.

ج- تعتبر الدهون مصدراً من مصادر الشقوق الحرة المسببه لعمليات الأكسدة وإحداث تفاعلات كيميائية داخل الخلايا الحيه فهى تعمل على حدوث طفرات تؤدى إلى الإصابه بالسرطان وإلى ضعف الجهاز المناعى.

ويجب التنويه هنا إلى أن هذه التفاعلات الضارة يمكن تجنبها بواسطة تناول نوعيات معينه من الفيتامينات والعناصر المعدنية مثل فيتامين B_2, E, C, A بيتاكاروتين ومن المعادن السيلينيوم فهذه المواد تتحد مع الشقوق الحرة الضارة وتحولها إلى مركبات غير ضارة وبالتالي توقف عملية الأكسدة لذا تسمى هذه المركبات مضادات الأكسدة ولهذه المضادات دوراً حيوياً فى زيادة كفاءة جهاز المناعة وتعتبر من أقوى مكسبات المناعة فلها القدرة على مقاومة المرض والعدوى والسرطان.

٤ - الفيتامينات ومن أهمها فى هذا الشأن:

أ- فيتامين A (أ)

أحد مضادات الأكسدة التى تقى الجسم من الأمراض، كما أنه يعمل كمنشط عام للجهاز المناعى، ويعمل على زيادة الخلايا القاتلة الطبيعىة والتى تعمل على مقاومة تكوين الأورام، كما يعمل الفيتامين على منع تكوين الكوليسترول فى جدر الشرايين التاجيه ونقص هذا الفيتامين يؤدى إلى ضمور الغدة التيموسيه وبالتالي نقص وظائف الخلايا المناعيه. ويؤثر على مستوى الجسم المناعى IgA.

ب- فيتامين B_2 (ب ٢) الريبوفلافين

له فعل مضاد للأكسدة ونقصه يؤدى إلى إنخفاض عدد الخلايا التائية والبائيه وقدرة الخلايا المناعية على الإنقسام خاصة الخلايا القاتلة الطبيعىه والهامه فى مواجهة العدوى والسرطان، كما يؤدى نقصه إلى اضطراب فى العقل وضعف

القلب. وبجانب ما سبق للفيامين دور أساسى فى تمثيل النشويات وإطلاق الطاقة، ويدخل فى تركيب إنزيم بيروفيك ديهيدروجينيز pyruvic dehydrogenase الذى يقوم بنزع CO_2 من حمض البيروفيك لتكوين أستيل كواإنزيم A والذى له دور فى دورة كريبس kreb's cycle.

ج- فيتامين C (ج) يمكن تلخيص أهميته فيما يلى

- يقلل من الأكسدة التى تحدث داخل الخلايا لذا فهو من أهم مضادات أكسدة الخلايا التى يمكن الحصول عليها من خلال الطعام.
- يزيد من مقاومة الجهاز المناعى للفيروسات مثل فيروس الأنفلونزا والبكتريا والخلايا السرطانية إذ أنه يزيد من نشاط الخلايا البلعمية والخلايا الليمفاوية وتكوين الأجسام المضادة.
- يزيد من قدرة الجسم المناعية فيقلل من الإحساس بالتعب المصاحب لنزلات البرد.
- ضرورى لتكوين الأنسجة خاصة النسيج الضام فله دور واضح فى تصنيع الكولاجين. كما يؤثر على نشاط عدد من الأنزيمات منها الكتاليز Catalase الأستريز esterase الأرجينيز arginase.

د- فيتامين E (هـ)

وجوده فى الغذاء يساعد على المحافظة على كفاءة جهاز المناعة عند كبار السن خاصة الخلايا الليمفاوية التائية المساعدة والتى لها أهميه فى مقاومة الإصابة بالأمراض وقتل الفيروسات والميكروبات.

هـ- فيتامين D (د)

يحفز الخلايا اللمفاوية والخلايا البلعمية المسئولة عن المناعة المكتسبة، كما أنه عامل أساسى للمناعة التى تقى الطفل من التعرض لمرض شلل الأطفال.

هـ- العناصر المعدنية:

من أمثلة المعادن التى تعمل على زيادة كفاءة الجهاز المناعى.

أ- الزنك: يحافظ على الغدة التيموسية من الضمور والإنكماش لذا نقصه يؤثر فى إنتاج الخلايا المناعية التائية والخلايا القاتلة الطبيعية وبالتالي يؤثر فى دور هذه الخلايا فى مقاومة الخلايا السرطانية.

ب- الحديد: نقصه يؤدى إلى نقص قدرة الخلايا البلعمية فى قتل الميكروبات، قلة فاعلية الخلايا القاتلة الطبيعية والخلايا المساعدة.

ج - السيلينيوم: ينشط أنزيم الجلوتاثيون بيروكسيداز الذى يعتبر من أهم الإنزيمات المضادة للأكسدة ، كما أن الفيتامين ينشط إنتاج البروتين السدفاى أنترفيرون والخلايا البائية لذا فهو ضرورى لصحة وسلامة الجهاز المناعى .

٦- الأعشاب وزيادة كفاءة الجهاز المناعى

بجانب ما لمكونات الغذاء الأساسيه من تأثير على جهاز المناعة فإن هناك بعض الأعشاب تلعب دوراً كبيراً فى ذلك ومن أمثلة هذه الأعشاب:

١- الثوم:

يزيد من نشاط الخلايا البلعمية والخلايا القاتلة الطبيعية والتي تعمل على قتل ومقاومة الخلايا السرطانية كما أنه يحمى القلب من إرتفاع الكوليسترول فيجنبه الإصابة بتصلب الشرايين والذبحة الصدرية كما أن الثوم يحتوى مادة اليسين Alicin وبها مضاد حيوى ضد العدوى البكتيرية والفطرية.

٢- الزنجبيل:

يزيد من نشاط الخلايا القاعدية والتي لها أهمية فى تدفق الدم للأجزاء المصابة كما أنها تفرز الهيبارين عندما يصاب الفرد بالتهاب والغرض من ذلك هو منع تجلط الدم لتسهيل حركة الخلايا، كما يقلل الزنجبيل من إنتاج البروستاجلاندين المسبب لحدوث الإلتهاب ويزيد من كفاءة وفاعلية الأنترفيرون مما يزيد من فاعلية مقاومة فيروس الإنفلونزا.

٣- القرنفل:

يعمل على مقاومة الأورام السرطانية من خلال زيادة نشاط الخلايا القاتلة الطبيعية والخلايا البلعمية الكبيرة والتي تعمل على تجديد الخلايا السرطانية وبالتالي مقاومة نشاطها ثم إتهامها. وللقرنفل فاعلية فى قتل البكتريا والطفيليات.

٤ - العرقسوس:

يعمل على زيادة السيتوكينات بالأخص الأنترفيرون الفعال ضد الفيروسات والإصابه بالتهاب الكبد الوبائي.

٥ - الجنسنج:

عشب صيني يحتوى مواد تنشط الجهاز المناعى خاصة الخلايا التائية وتزيد من قدرة الخلايا البلعمية على القيام بدورها.

ثانياً: العادات الصحية السلوكية السلبية وعلاقتها بكفاءة الجهاز المناعى

هناك بعض العادات الصحية والسلوكية السلبية والتي تعتبر مدمرات للجهاز المناعى ومن هذه العادات:

١ - التدخين

يؤدى التدخين إلى ضعف القدرة المناعية خاصة ضعف الخلايا البلعمية الكبيرة، ضعف القدرة على إنتاج بروتينات السيتوكينات (موصلات الأوامر المناعية كيميائياً) وضعف الخلايا المتعادلة فى التصدى للأجسام الغريبه كل هذا يؤدى لجعل المدخن أكثر عرضة للإصابة بالأمراض خاصة أمراض الجهاز التنفسي ومنها سرطان الرئه والمرئ كما يؤدى التدخين إلى أمراض القلب وعدم إنتظام ضرباته وزيادة الإصابة بتصلب الشرايين والشعور بالأرق والصداع والدوخه.

٢ - المخدرات

للمخدرات بأنواعها المختلفة من عقاقير منشطة، بانجو ومورفين وكوكايين، هيروين وحشيش، تأثير سلبى على أجهزة الجسم خاصة الجهاز المناعى، فتؤدى لضعف الجهاز المناعى بصفة عامة والخلايا البلعمية الكبيرة والقائله الطبيعية بصفة خاصة، مما يعرض الإنسان للإصابة بالأمراض المعدية الفتاكه مثل السرطان والإيدز.

٣ - الخمر

تتسبب شرب الخمر فى إنخفاض نشاط الخلايا الليمفاويه والبلعمية والخلايا القاتلة الطبيعية مما يؤدى إلى ضعف القوة الدفاعية للجهاز المناعى ويعرض مدمن الخمر للإصابه بسرطان الكبد والفم والمرئ.

٤ - العقاقير

تعمل بعض العقاقير الطبيه على تثبيت الجهاز المناعى ومن أمثلتها الكورتيزون فهو يؤدى عند سوء إستخدامه لتثبيط المناعة رغم أهميته فى علاج بعض أمراض الحساسية والربو والروماتويد.

٥ - المضادات الحيويه

يؤدى إستخدام بعض المضادات الحيويه ولفترة طويلة إلى ضعف وتثبيط الجهاز المناعى ومن أمثلتها كلينداميسين الذى يعمل على ضعف الموصلات الكيميائيه (السيتوكينات) وبالتالي عدم تمكن الخلايا المناعية من قتل الميكروبات.

ثالثاً: الضغوط أو المؤثرات النفسيه

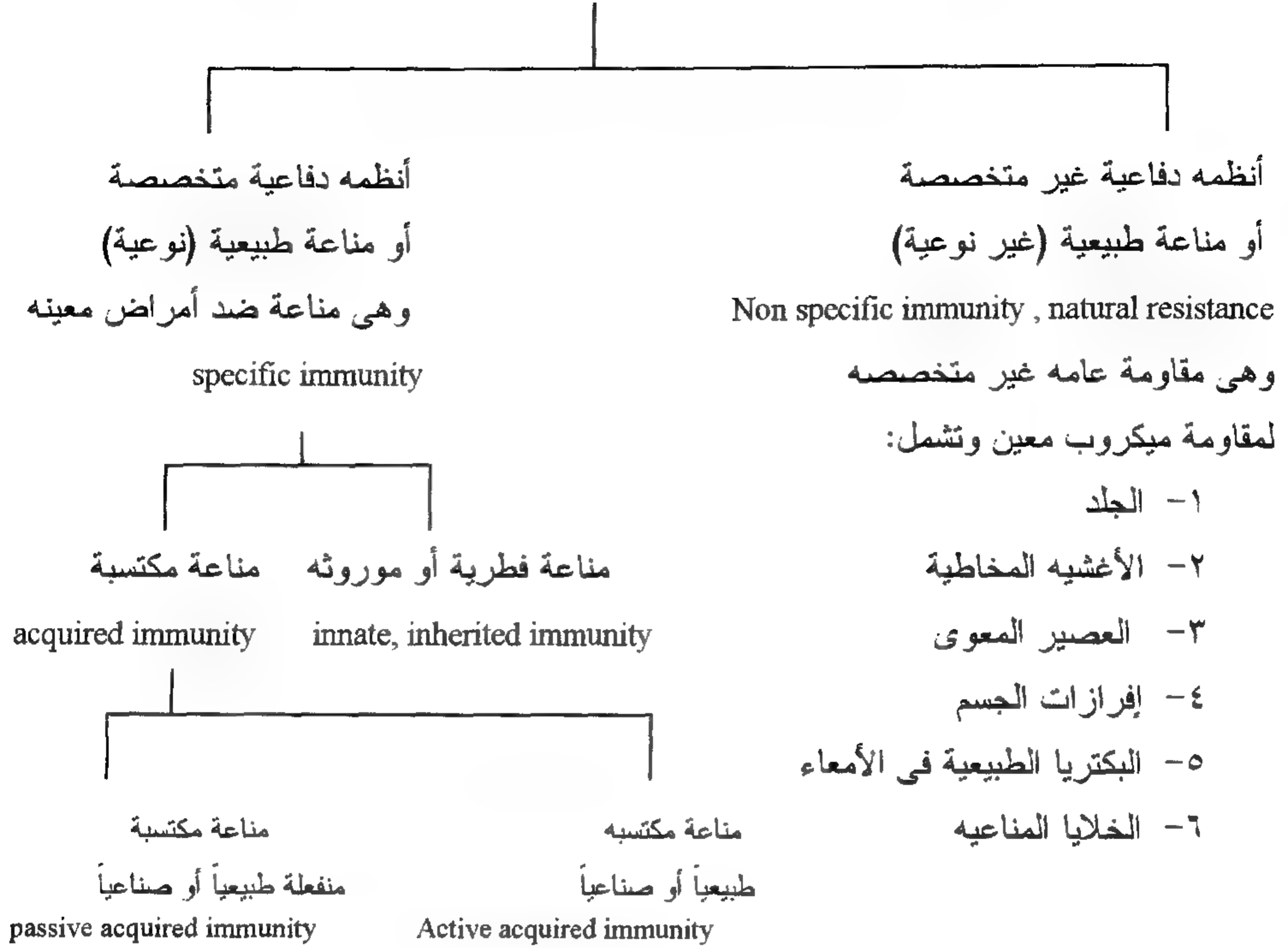
تؤدى الضغوط النفسية إلى ضعف الجهاز المناعى لما تحدثه من تغيرات فى هذا الجهاز منها:

إنخفاض مستوى الموصلات الكيميائيه (السيتوكينات) بين الخلايا وكذا الإنخفاض العام فى الإستجابة المناعية مع خلل وضعف فى وظيفة الخلايا التائيه المساعدة والخلايا البلعمية والخلايا القاتله الطبيعیه.

لذا يجب على الإنسان إتباع مجموعة من الوسائل التى تساعد فى مقاومة الضغط النفسى ومن هذه الوسائل:

- الإسترخاء التام لإراحة الجسد والأعصاب، وأخذ حمامات من الماء الدافئ.
- الإختلاط بالآخرين والضحك والفكاهه تزيد من كفاءة الجهاز المناعى.
- ممارسة الرياضه المعتدلة بانتظام تزيد من كفاءة الجهاز المناعى عن طريق رفع قدرة الخلايا الليمفاويه على الإنقسام وزيادة كفاءة الخلايا القاتله الطبيعیه على إلتهام وتكسير الخلايا السرطانية والأجسام الغريبه.
- العبادة حيث تشير الدراسات إلى أن الصلاة تزيد المناعة ضد الأمراض وقد يرجع ذلك إلى ما يعرف بسلطان العقل على الجسم من خلال الهرمونات الطبيعیه التى يطلقها الدماغ فى الجسم.

ب- أنواع المناعة (أنواع النظم الدفاعية)



١- الأنظمة الدفاعية المتخصصة Specific immunity

ولهذه الأنظمة دور وقائي أو مناعي ضد أمراض معينة وتعد خط الدفاع الثاني وتنقسم المناعة التابعة لهذه الأنظمة إلى:

- ١- مناعة فطرية أو موروثه: Innate, inhereted immunity ومن أمثلتها:
 - وجود مناعة داخل الجنس الواحد: وهي تختلف باختلاف النوع أو السلالة فمثلاً الأمريكيون السود مقاومون للملاريا بينما ليس لديهم القدرة على تحمل اللاكتوز Lactose intolerance عكس الأمريكيون البيض.
 - وجود مناعة في أجناس معينة دون الأخرى: ومن أمثلة ذلك عدم إصابة الإنسان بطاعون البقر، وعدم إصابة البقر بالحصبة أو الزهري فهذه الأمراض معدية للجنس البشري (الإنسان) وغير معدية للحيوان.

٢- مناعة مكتسبة Acquired immunity وهى إما أن تكون:

أ- مناعة مكتسبة فعالة active وتحدث بفعل أنتجين وتقلل من معدل حدوث المرض وهى إما أن تكون:

■ مناعة مكتسبة طبيعية: وتحدث عقب الإصابة بالمرض وبعد الشفاء منه كما هو الحال عند الإصابة بالحصبة - التيفود - الحمى القرمزية، وهذه المناعة قد تكون مكتسبة طول الحياة أو لمدة محددة.

■ مناعة مكتسبة فعالة صناعية: وتحدث نتيجة استخدام vaccins كاللقاح ضد التيفود أو الجدري أو الكوليرا أو الدفتريا.

ب- مناعة مكتسبة منفعة passive وتحدث بفعل الأجسام المضادة الآتية من مصدر خارجى وهى إما أن يكون:

■ مناعة مكتسبة منفعة طبيعية: ومن أمثلتها إنتقال الأجسام المضادة إلى الجنين عن طريق المشيمة أو عن طريق لبن الأم المحتوى على بروتينات المناعة (جلوبيولينات المناعة) وهذه المناعة مدتها قصيرة فى المولود فبعد ستة أشهر تقريباً يفقد الطفل لهذه المناعة ويحدث له كثير من العدوى (حصبة - دفتريا ...).

■ مناعة مكتسبة منفعة صناعية: ومن أمثلتها نقل بروتينات مناعية واقية للعلاج، كما هو الحال عند نقل نخاع عظام bone marrow إلى شخص يعانى من نقص المناعة مما يجعله قادراً على إنتاج الأجسام المضادة.

٢- الأنظمة الدفاعية غير المتخصصة Non n specific immunity

وهذه الأنظمة تقوم بمقاومة أى ميكروب فهى غير متخصصة لميكروب أو مرض معين وتعتبر خط الدفاع الأول ومنها:

• الجلد:

للجلد النظيف للإنسان السليم فعل مميت أو مضاد bactericidal لعدد من البكتريا مثل المسببه paratyphoid fever وكذا بكتريا salmonella of enteric fever

وبكتريا haemolytic streptococcus فغسل الأيدي لايساعد فقط على إزالة الميكروبات ميكانيكياً من سطح الجلد ولكنه يزيد أيضاً من قدرة الجلد المضادة للبكتريا، وذلك بما تفرزه الغدد العرقية الموجودة بالجلد من أحماض عضويه (دهنية - لاكتيك) تخفض الـ pH (3 - 5) مما يثبط من نمو البكتريا على سطح الجلد، وكذا بما تفرزه هذه الغدد من بعض الإنزيمات مثل الـ lysozyme الذي يحلل جدر الخلايا البكتيرية.

• الأغشية المخاطية:

مثل تلك المبطنه للأنف والحلق والمسالك التنفسية والقناة الهضمية فهي تحجز الكثير من البكتريا.

• إفرازات الجسم:

مثل اللعاب والدموع إذ تحتوى هذه الإفرازات على مواد مضادة للميكروبات من أمثلة:

- إنزيم الـ lysozyme: وهو يوجد فى الدموع واللعاب (وكذا الدم واللبن وسوائل الأنسجة والأعضاء) وهو إنزيم يشبه ribonuclease و الـ lysozyme دور فى هدم الخلايا البكتيرية التى تنفذ إلى الأغشية المخاطية كما أنه يحمى قرنية العين، ووجوده فى اللعاب له أهمية فى مقاومة الميكروبات، وقد نلاحظ ذلك من قيام الحيوان المجروح بلمس جرحه بلسانه.

- Inhibin: وهو يوجد أيضاً فى اللعاب وله تأثير bacteriostatic على بكتريا الدفتريا.

- Interferon: وهو بروتين تفرزه بعض الأنسجة وله فعل مميت للفيروسات.

كما أن حموضة وقلوية بعض هذه الإفرازات تثبط نمو الكثير من البكتريا.

• العصير المعوى Gastric juice

حيث يبلغ الـ pH لهذا العصير ~2 نتيجة لما تفرزه المعدة من حمض Hcl وللعصير المعوي خواص bactericidal وتتوقف هذه الخواص على:

عدد الميكروبات التي دخلت القناة الهضمية فتزيد قدرة هذا العصير bactericidal مع قلة هذه الأعداد.

معدل تفريغ المعدة Rate of gastric emptying: فتزيد قدرة العصير bactericidal مع بطء تفريغ المعدة إذ يساعد ذلك علي تعريض الميكروبات فترة أطول لهذه العصارة.

السعة التنظيمية buffering لمحتويات المعدة من الغذاء: كلما كان الغذاء ذو سعة تنظيمية قليلة، فإن ذلك يساعد علي توافر الظروف الحمضية بالمعدة مما يزيد من قدرة العصير bactericidal المثبطة.

مقدرة الغذاء علي حماية الميكروبات: يزيد دور العصير bactericidal مع قله مقدرة الغذاء علي حماية الميكروبات.

• البكتريا الطبيعية بالأمعاء

من المعروف أن الجنين قبل ولادته يعيش في ظروف معقمة، ويتعرض الطفل عند ولادته للتلوث بالميكروبات من أمه من البيئة ويستوطن كثير من هذه الميكروبات القناة المعوية بسرعة ومن البكتريا التي عزلت من أمعاء الاطفال عند الولادة الطبيعية مباشرة بكتريا تابعة لبعض الأجناس مثل جنس Bifidobacteria, Enterobacteria, lactobacillus.

ويتراوح عدد البكتريا في أمعاء ومعدة الوليد بعد الولادة مباشرة من ٣ : ٥ خلايا، أما بعد الولادة القيصرية فعادة لا تحتوي أمعاء الوليد أية بكتريا بعد الولادة مباشرة، وبعد ٢ - ٥ أيام تظهر بكتريا البفيدو Bifidobacteria في براز الأطفال، فأفراد هذا الجنس أول من يستوطن القناة الهضمية (القولون)، وتصل نسبتها ٩٩% من البكتريا السائدة في البراز بعد الأسبوع الأول من الولادة، وذلك في أطفال الرضاعة الطبيعية نظراً لوجود مواد أولية مناسبة لنمو أفراد هذا الجنس في لبن الأم مثل N- acetyl glucose amine وهذه المواد لا توجد في غير لبن الأم. ومع تقدم عمر الطفل وزيادة المواد الصلبة في الغذاء يقل عدد البفيدو، ويزداد في المقابل عدد البكتريا الأخرى، إذ يوجد في القناة الهضمية أكثر من ٤٠٠ نوع من البكتريا بعضها ضار، وبعضها له أدوار إيجابية في وقاية الجسم والدفاع عنه ضد الميكروبات المرضية ومن هذه الأدوار:

- منع الميكروبات الضارة المهاجمة Invasive harmful bacteria من تكوين مستعمرات في القناة الهضمية وذلك عن طريق إحتلال الفلورا الطبيعية Indigenous flora للأماكن المتاحة للبكتريا المرضيه وذلك بسده لمواقع الالتصاق Adhesion sites أو أماكن الإستقبال الخاصة بهذه البكتريا المرضية وهذا ما يسمى بمقاومة الفلورا الطبيعية المقيدة لإستيطان البكتريا الضارة colonization resistance وبذلك تكون البكتريا المقيدة (الفلورا الطبيعية) حاجزاً barrier يحمي الأنسجة المخاطية للجهاز الهضمي، هذا بجانب أن الفلورا الطبيعية تنافس الميكروبات الضارة في الغذاء.
- إنتاج مواد مضادة للبكتريا الغازية المهاجمة Invasive bacteria مثل بعض الأحماض العضوية (لاكتيك - خليك) وغاز فوق أكسيد الأيدروجين وأحماض دهنية طيارة وبكتريوسينات bacteriocins ومكونات نشطة بيولوجياً تعرف بأسم Biocins وقد ثبت أن لهذه المواد الأخيرة تأثيراً مضاداً لنمو الخلايا السرطانية Antitumorigenic وتأثيراً مضاداً للكوليسترول Anticholesterolemic.
- تحسين الوظائف المناعية لأسطح الأغشية المخاطية حيث تقوم الميكروبات الطبيعية في الأمعاء بتنبيه الجهاز المناعي الذي يحث الخلايا المناعية لإنتاج الجلوبيولين المناعي.
- تقوم بتكسير (تفكك) Deconjugation أملاح الصفراء اللازمه لنمو الميكروبات المهاجمة الضارة.

• الخلايا المناعية Immunity cells

سبق الحديث عنها.

ونتناول فيما يلي أهم وظائف هذه الخلايا.

وظائف الخلايا المناعية

- ١- إنتاج الأجسام المضادة خاصة جلوبيولينات المناعة Immuno globulins Antibodies ويقوم بهذا الدور مجموعة من الخلايا المناعية في صورة مشتركة مع بعضها هي الخلايا التائية المساعدة (Th cells) والخلايا البائية (B- cells) والخلايا التائية الكابحة (Ts cells) كما يلي:

الخلايا التائية المساعدة (Helper T (Th cells): يوجد على سطح هذه الخلايا مستقبلات تستقبل الأنتجين الداخل إلى الجسم، وتكون معه معقد Antigen receptor complex، وتقوم بتسليم هذا المعقد إلى الخلايا البائية B-cells والتي تسمى بالخلايا المولدة للأجسام المضادة.

الخلايا البائية B- cells: تستقبل المعقد الناتج من الخلايا التائية المساعدة (Th cells) وبعد إستقبالها لهذا المعقد تنقسم الخلايا البائية B- cells لتعطى ما يعرف بالخلايا البلازمية والتي يتحرر منها جلوبيولينات المناعة (أهمها IgM, IgA, IgG, IgE, IgD) والذي يتحكم فى هذا التحرر هو الخلايا التائية الكابحة (Ts cells).

الخلايا التائية الكابحة (Suppressor T (Ts cells): تعتبر كصمام يسيطر (يتحكم) فى تحرير جلوبيولينات المناعة من الخلايا البلازمية.

أما عن الخلايا اللمفاوية القاتلة (Killer cells (K cells أو الخلايا المجهولة Null cells فموضوع وظائفها غير معروف بالضبط.

وفيما يلى باختصار خطوات تكوين جلوبيولينات المناعة:

الأنتجين تستقبله الخلايا التائية المساعدة وتكون معقد، المعقد تستقبله الخلايا البائية وتنقسم وتعطى خلايا بلازمية، الخلايا البلازمية تكون جلوبيولينات المناعة، جلوبيولينات المناعة المتكونه يتحكم فى إفرازها الخلايا التائية الكابحة.

تعمل الأجسام المضادة فى أربع إتجاهات عن طريق أربع آليات هى:

أ- التعادل (التحييد) Neutralization

حيث ترتبط الأجسام المضادة مع الفيروسات فتمنع الفيروسات من الارتباط بمستقبلات أغشية الخلايا وبذا تمنع الفيروس من دخول الخلية كما تقوم الأجسام المضادة بالإحاطة بالبروتين السام وتجعله غير فعال وبعد ذلك تقوم الخلايا الإلتهامية Macrophages بابتلاع الفيروسات والسموم التى تم تحييدها.

ب- التجمع Agglutination

حيث يقوم الجسم المضاد بربط أكثر من أنتجين فى وقت واحد، حيث تتكتل هذه الأنتجينات مع بعضها ثم يتم إزالتها بواسطة الخلايا الإلتهامية Macrophages ومثال ذلك IgM يستطيع ربط عشرة أنتجينات فى وقت واحد.

ج- الترسيب Precipitation

حيث يقوم الجسم المضاد بتحويل الأنتجينات الذائبة (مثل البروتينات الذائبة) إلى صورة غير ذائبة ومن ثم يتم ترسيبها وإلتهامها.

د- التنشيط المكمل Complement activation

وهو عبارة عن مجموعة البروتينات. حيث يقوم معقد الأنتجين مع الجسم المضاد Antigen - antibody complex بتنشيط هذا النظام المكمل فيتكون مركب يهاجم الغشاء Membrane - attach complex وهذا المركب المهاجم ينغمس في غشاء الخلية فيرسب محتوياتها وتتضخم وتتفجر.

٢- مقاومة البكتريا:

ويقوم بهذا الدور الخلايا البلعمية او الإلتهاميه والتي منها البلعم الكبير (الملتهم) Macrophage وتوجد خلاياه في الدم والأنسجة، والبلعم الصغير Microphage وتوجد خلاياه في الدم بصفة خاصه وتعتبر عملية البلعم Phagocytosis أقدم صورة معروفة من صور الدفاع عن طريق هدم أى مادة غريبه تدخل الجسم. وتحدث هذه العملية في أربعة مراحل:

المرحلة الأولى والثانيه: حيث ينتج الميكروب الداخل للجسم مواد تثير الخلايا البلعمية، فتغير من التوتر السطحي لسيتوبلازم هذه الخلايا وتكسبها الحركة الأميبية، كما أن هذه المواد لها تأثير إنتحائي كيمائى موجب Positive chemotaxis مما يساعد على إدمصاص الميكروب على سطح الخلية البلعمية.

المرحلة الثالثه والرابعة: حيث ينغمس الميكروب داخل سيتوبلازم الخلية البلعمية والتي تقوم بهدم الميكروب.

٣- مقاومة الخلايا السرطانيه:

ويقوم بهذا الدور كل من الخلايا القاتلة الطبيعيه Natural killer (NK) cells والخلايا التائيه القاتله (cytotoxic T Tex) cells، ودور الخلايا القاتلة الطبيعيه غير معروف بالضبط ولكن يقال أنها تمثل خط الدفاع الأول في مقاومه الخلايا السرطانيه، أما عن دور الخلايا التائيه القاتله، فإن الخلايا السرطانيه تعتبر كأنتجين

يحفز الخلايا التائية القاتلة على إنتاج أجسام مضادة Antibodies نوعية (خاصة
خلاف جلوبيولينات المناعة) تقاوم الخلايا السرطانية (ويعرف هذا النوع من المناعة
باسم المناعة الخلوية Cell mediated immunity).

الفصل السابع

التلوث بالبكتيريا المرضية

والبكتيريا المسببة للتسمم الغذائي

مقدمه:

تنشأ الأمراض البكتيرية من اللبن ومنتجاته نتيجة تناول منتجات لبنية تحتوى أعداداً كافية من البكتيريا المرضية، أو تحتوى كميات كافية من سمومها، ولذا فالأمراض الناتجة أو المنقولة عن طريق تلك المنتجات قد تكون نتيجة عدوى.

ويطلق عليها Milk borne diseases infection (الأمراض البكتيرية) أو نتيجة سموم هذه البكتيريا؛ وتسبب هذه السموم ما يعرف بالتسمم الغذائي Food poisoning، وقد يكون التسمم الغذائي الحادث نتيجة تناول كميات كافية من السم أفرزتها البكتيريا فى اللبن ومنتجاته قبل تناوله ويسمى هذا بالتسمم المحمول بالغذاء Milk borne intoxication، أو يكون التسمم قد حدث نتيجة إفراز البكتيريا لسمومها داخل جسم العائل ويسمى بالعدوى المحمولة بالغذاء Milk borne infection.

١- ظروف حدوث العدوى عن طريق اللبن ومنتجاته: (الأمراض البكتيرية) Milk borne diseases infection

- فى هذه الحالة يكون اللبن ومنتجاته مجرد حامل غير نشط للبكتيريا inactive carrier المسببه للمرض دون أن يدعم نشاط البكتيريا؛ مثله فى ذلك مثل الأدوات الشخصية للمريض.

- ويشترط ضرورة وجود البكتريا باللبن أو منتجاته على أن تكون ظروف هذه المنتجات ملائمة لوجود البكتريا بصورة حيه، رغم أنه قد تنمو أو لا تنمو بالغذاء، وغالباً ما يكون أعداد البكتريا الملوثة للمنتجات منخفضة جداً، وقد تصل خلية واحدة / جم غذاء.
- أن يكون لهذه البكتريا القدرة على المعيشة فى القناة الهضمية أو العضو المصاب وقادرة على مهاجمة العائل، وأن يكون العائل حساساً لهذه البكتريا.
- وعادة ما تنتقل البكتريا إلى الدم وتسبب إرتفاعاً فى درجة الحرارة، وتتميز الأمراض البكتيرية الناتجة عن العدوى بالطول النسبى لفترة الحضانة (أسابيع قليلة) ومن أمثلة هذه الأمراض:

أمراض مصدرها الإنسان		أمراض مصدرها الحيوان	
السل ويسببه	<i>Mycobacterium spp.</i>	حمى باراتيفود ويسببه	<i>Salmonella paratyphi</i>
الدفتريا ويسببه	<i>Corynebacterium spp.</i>	الحمى المتموجة ويسببه	<i>Brucella spp.</i>
الحمى القرمزية ويسببه	<i>St. pyogenes</i>	الكوليرا ويسببه	<i>Vibrio cholerae</i>
حمى التيفود ويسببه	<i>Salmonella typhi</i>	أمراض ناتجة عن	<i>St. agalactia</i>

٢- ظروف حدوث التسمم المحمول بالغذاء Milk borne intoxication

ويحدث هذا النوع من التسمم والذي يعرف بالتسمم الحقيقى، نتيجة مباشرة لتناول منتجات لبنية محتوية على سموم. ناتجة عن نمو البكتريا بأعداد كافية (١٠^٦ - ١٠^٨ خلية / جم غذاء)، وقد يوجد السم فى الغذاء عند تناوله رغم موت البكتريا المسببه له، ويصيب التوكسين (السم) الإنسان عن طريق القناة الهضمية ولذا يسمى enterotoxines ولحدوث هذا النوع من التسمم يجب:

- أ- إحتواء الغذاء على البكتريا المنتجة للتوكسين.
- ب- ملائمة الغذاء لنمو البكتريا وإفراز التوكسين.
- ج- تناول غذاء يحتوى على التوكسين بكمية كافية.
- د- حساسية المستهلك لفعل التوكسين.

وتظهر أعراض التسمم بعد تناول الغذاء الملوث بثلاث ساعات على شكل غثيان وقئ وإسهال دون إرتفاع فى درجة حرارة العائل.

ومن أمثلة هذه الحالات من التسمم:

<i>Clo. botulinum</i>	التسمم البوتشوليوني ويسببه
<i>Clo. perfringens</i>	التسمم البرفرنجي ويسببه
<i>Stap. Aureus</i>	التسمم العنقودي ويسببه
<i>Bacillus cereus</i> (D)	تسمم باسيلى إسهالى ويسببه
<i>Bacillus cereus</i> (E)	تسمم باسيلى قيئى ويسببه
<i>Enterotoxigenic E. coli</i> (E T E C)	تسمم إيشيريشى معوى
<i>Enterohaemorrhage E. coli</i> (E H E C)	تسمم إيشيريشى دموى

٣- ظروف حدوث التسمم البكتيرى عن طريق العدوى المحمولة بالغذاء Milk borne infection

ينشأ هذا النوع من التسمم نتيجة مباشرة لتناول غذاء يحتوى أعدادا كبيرة من البكتريا الحية أو جراثيمها ($10^6:10^8$ خلية / جم غذاء) وعادة لا يوجد السم فى الغذاء عند تناوله، ولحدوث هذا النوع من التسمم يجب:

أ- إحتواء الغذاء على البكتريا بأعداد كبيرة.

ب- قدرة البكتريا على إستيطان القناة الهضمية، والنمو والتكاثر وإفراز التوكسين فى القناة الهضمية. ويلاحظ أن أعراض هذا التسمم تظهر بعد تناول الغذاء بيوم: ٣ أيام، ومن أعراض هذا التسمم القيئ والإسهال مع إحتمال إرتفاع الحرارة إذا إنتقل الميكروب إلى الدم. ومن أمثلة هذه الحالات من التسمم:

<i>Salmonella spp.</i>	التسمم السلمونيلى يسببه
<i>Shigella spp</i>	التسمم الشيغيلى يسببه
<i>Listeria monocytogenes</i>	التسمم الليستيرى يسببه
<i>Campylobacter jejuni</i>	التسمم الكامبىولى بكتيرى يسببه
<i>Yersinia enterocolitica</i>	التسمم اليرسينى يسببه
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	التسمم الفيروبوسى يسببه
<i>Enteropathogenic E. coli</i>	التسمم إيشيريشى مرضى يسببه
<i>Enteroinvasive E. coli</i>	التسمم إيشيريشى غزوى يسببه

أمثلة لبعض الأمراض البكتيرية والتسمم الغذائي والبكتريا المسببة

١- أمراض ناتجة عن بعض البكتريا التابعة لعائلة *Mycobacteriaceae*

مرض السل *Tuberculosis*

مقدمة:

يعتبر مرض السل من أقدم الأمراض المعدية التي تصيب الإنسان والحيوان، وحالياً يصيب هذا المرض حوالي ثلث سكان العالم، إذ بدأ يظهر بصورة مخيفة بعد إختفائه، وقد يعزى ذلك لظهور سلالات مقاومة للعقاقير المستخدمة في علاجه وكذا سوء التغذية. وهناك علاقة بين الإصابة بالسل والإصابة بمرض الإيدز (نقص المناعة المكتسبة) *Acquired immune deficiency syndrome AIDS*

ويوجد نوعان من المرض أحدهما يصيب الرئة *Pulmonarytype* والآخر يصيب أعضاء أخرى خلاف الرئة *non- pulmonary type*.

البكتريا المسببة للمرض : *Causative bacteria*

أنواع من البكتريا التابعة لجنس *Mycobacterium* وهو الجنس الوحيد التابع لعائلة *Mycobacteriaceae* والتابعة لرتبة *Actinomycetales* ويوضح الجدول التالي (٨) أهم هذه الأنواع وعوائلها.

جدول (٨) أنواع البكتريا التابعة لجنس *Mycobacterium* وعوائلها

النوع	العائل	النوع	العائل
<i>M. tuberculosis</i>	الإنسان	<i>M. microti</i>	فأر الغيط
<i>M. bovis</i>	الماشية - الإنسان	<i>M. leprae</i>	الإنسان
<i>M. avium</i>	الطيور - الخنازير - نادراً الإنسان	<i>M. paratuberculosis</i>	الأغنام - الماشية
<i>M. ulcerans</i>	الإنسان	<i>M. marinum</i>	السماك - الإنسان

وتعتبر الأنواع الثلاثة الأولى، والتي تصيب الإنسان والماشية والطيور أكثر هذه الأنواع إنتشاراً. ويبين الجدول (٩) مدى حساسية الإنسان والحيوانات الحلوبة والطيور لهذه الأنواع الثلاثة.

جدول (٩) مدى حساسية الإنسان والحيوانات الحلوبة والطيور لميكروب السل .

نوع الميكروب	حساسية الأجناس المختلفة للأصابة				
	الإنسان	الأبقار	الأغنام	الماعز	الطيور
النوع الأدمى <i>M. tuberculosis</i>	+++	+	-	++++	+
النوع البقرى <i>M. bovis</i>	++	+++	+	+	-
النوع الطيرى <i>M. avium</i>	+	++	±	-	+++

عدوى مميتة ++++ شديدة الإصابه +++ إمكانية الإصابه ++
نادر الإصابه + الإصابات فى حالات معينة ± عدم الإصابه -

ونشير فيما يلى إلى خواص أهم هذه الأنواع

أ- النوع الطيرى *Mycobacterium avium*

يصيب الطيور، وأحياناً الماشية، ونادراً ما يصيب الإنسان. وتتضمن الإصابة النوعين الرئوى وغير الرئوى. وتحدث إصابة الإنسان نتيجة تناول دجاج أو بيض ناتجاً من دجاج مصاب، وغير جيد الطهى، والحرارة المثلى لنمو الميكروب ٤٢ - ٤٤ °م والميكروب رفيع محبب، ومستعمراته ناعمة ونصف مستديرة.

ب- النوع البقرى *Mycobacterium Bovis*

يصيب البقر وكثيراً من الحيوانات الأليفة ، إلا أن الجاموس والماعز والدجاج أقل عرضة للإصابة. كما يصيب الميكروب الإنسان عن طريق تناول المنتجات اللبنية الملوثة، ويمثل حوالى ١٠٪ من حالات إصابة الإنسان. وقد تنتقل العدوى عن طريق الهواء.

والحرارة المثلى للميكروب ٣٧ - ٣٧,٥ °م، وخلاياه قصيرة وسميكة ١ : ١,٥ µم ميكرون، ومستعمراته صغيرة ناعمة نصف مستديرة غير منتظمة مع سطح محدب، والميكروب أقل نمواً وأصعب زراعة عن النوع البشرى (الأدمى). ولا يكون الميكروب صبغات، كما أنه يصبغ بصورة منتظمة أو غير منتظمة.

ويوجد الميكروب فى العقد الليمفاوية والرئة والكبد والضرع والعظام والمفاصل وبعض الأنسجة الأخرى وقد ثبت أن ٧٠٪ من الأبقار المصابة تفرز لبناً ملوثاً، حيث يفرز فى ألبان الحيوانات المصابة بالتهاب الضرع السلى Tuberculous mastitis، كما ينتقل الميكروب إلى اللبن بطريق غير مباشر من خلال المنطقة الخلفية Flanks للحيوان والضرع والحلمات والجلد والفرشة والمخلفات البرازية كما فى حالة السل المعوى Tuberculosis enteritis والسل الكبدى Tuberculous hepatitis، أو إفرازات الرحم فى حالات إتهاب الرحم السلى Tuberculous metritis أو البول فى حالة السل الكلوى Tuberculous nephritis وكذلك عن طريق عدوى الرذاذ Droplet infection فى حالة إصابة الحيوان بالسل الرئوى اثناء العطس.

ومن الأهمية تبليغ السلطات الصحية. وتحديد الحيوانات المصابة وعزلها والتخلص منها، فإذا كانت الإصابة اقل من ١٠٪ تذبح الحيوانات المصابة، ويتم الكشف على لحومها فإذا كانت مصابة بعدم، وإذا كانت جيدة تستهلك أما إذا كانت الإصابة أكثر من ١٠٪ فإذا كانت الحيوانات المصابة غير حاملة فتعامل البانها حرارياً وتباع الحيوانات فى أسواق خاصة، وإذا كانت الحيوانات المصابة حاملة، فتعزل حتى الولادة، ثم تذبح ويتم الكشف على لحومها، وتعزل الحيوانات المولودة وتغذى صناعياً وتختبر دورياً ضد المرض.

ومن الضرورى إجراء الإختبارات الدورية خاصة للحيوانات الحلوب ويجب العناية بتطهير مساكن الحيوانات بالفورمالين والجير المطفى والمساحيق المطهرة، أما اللبن فحتمياً يجب معاملته بالحرارة (البسترة أو الغلى أو التعقيم) وبالنسبة للأفراد المتعاملين مع الحيوانات والمتعاملين مع اللبن فيجب الكشف عليهم دورياً بالأشعة الصدرية وإختبار Mantoux tuberculon test مانتوكس للسل.

ج- *M. Tuberculosis* (النوع الأدمى)

وهو يمثل ٩٠٪ من حالات إصابة الإنسان بمرض السل، والإصابة من النوع الرئوى وعادة يصيب الأغنام أو الطيور الأليفة، ويصل الميكروب إلى اللبن مباشرة من الحلاب والمتعاملين مع اللبن ومنتجاته ونادراً ما يصيب الماشية ولكن لاتظهر الإصابة على الماشية بمجرد إصابتها، فقد تعطى الماشية نتيجة سلبية لإختبار tuberculin لمدة ٢ - ٣ شهور بعد الإصابة بهذا الميكروب وتعطى إختباراً موجباً

بعد هذه المدة، وهذه الماشية المشكوك فيها يجب وضعها تحت الرقابة وإختبارها دورياً.

ومن خواص بكتريا *M. Tuberculosis*

ميكروب عصوى رفيع مستقيم ومنحنى قليلاً طوله ٠,٥ : ٤ μ ميكرون منه الخيطى rod-like والمتفرع branching (نادراً) والمحبب granular form وهو موجب لجرام، هوائى حتماً، غير متحرك، غير متجرثم ليس له حافظة non capsulated وتحت الميكروسكوب الإلكتروني تظهر حبيبات وتجاويف (حويصلات vacuaes) فى طرفى الخلية، وسيتوبلازم الخلايا متجانس فى المزارع الحديثة، محبب فى المزارع القديمة كما تنتج بعض السلالات صبغات صفراء فى المزارع القديمة ويحتاج الميكروب لنموه على البيئات البسيطة ٣ : عدة أسابيع على ٢٠ - ٤٠°م إذ أنه بطئ النمو والـ pH الملائمة ٧,٤ - ٨.

المقاومة Resistance

من أكثر البكتريا غير المتجرثمة مقاومة للحرارة والظروف البيئية الأخرى، وقد يرجع ذلك لإحتواء البكتريا على تركيز عالٍ من الليبيدات (٢٥ - ٤٠%) كما أن الميكروب مقاوم للحرارة والفورمالين وكثير من المواد الحافظة، حساس لضوء الشمس، وكان يستخدم لمعرفة جودة البسترة نظراً لمقاومته للحرارة.

الخواص التخمرية Fermentation properties

يحتوى الميكروب على مجموعة من الإنزيمات المحللة للبروتين، والتي لها المقدرة على تحلل البروتين فى البيئة القلوية والحامضية، كما يحتوى إنزيمات dehydrogenases تعمل على الأحماض الأمينية، وعديد من الكربوهيدرات، وينتج بجانب ذلك مجموعة أخرى من الإنزيمات مثل Lecithinase, urease, glycerophosphatase والتي تحلل الليثيسين واليوريا والفوسفاتيدات.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج الميكروب مجموعة من السموم الداخلية، تنطلق من الخلية عند موتها وتحللها، وهى شديدة السمية، فالجرعة المميتة منها ٠,٠٠١ مجم بالنسبة لخنزير غانا،

ومن هذه السموم Tuberculin والذي يسبب وفاة ٥٠٪ من خنزير غانا عند حقنه بمعدل ٠,١ مل ($LD_{50} = 0.1ml$)

التركيب الأنتيجيني (مولدات المضادات) Antigenic structure

لا يختلف التركيب الأنتيجيني لميكروب السل البقري أو الآدمي، إذ يشمل التركيب الأنتيجيني لكل على agglutinins, apsonins, precipitins, tuberculin ويقال أن tuberculin هو الأنتجين المنشط لإنتاج الأجسام المضادة، وهو مركب ذو وزن جزيئي كبير ويتكون من بروتينات وليبيدات وكميات كبيرة من الفوسفوليبيدات والسكريات الليبيديه lipopolysaccharides ويعتبر koch سنة ١٨٩٠ أول من فصل مادة التوبركيولين (tuberculin) من مزرعة للميكروب نام على بيئة glycerin broth عمرها ٥ - ٦ أسابيع وذلك بتعقيم المزرعة بالبخار ١٠٠ °م / ٣٠ د وتبخيرها على ٧٠ °م لعشر حجمها الأصلي والترشيح خلال مرشح خزفي porcelain filter.

مصادر العدوى (sources of infection) sources of the causative organism

تنتقل العدوى عن طريق الهواء والغذاء والماء والتعرض لبصاق المصابين، مما يساعد على إنتشار المرض إزدحام الأماكن وعدم التهوية، إذ يمكن للميكروب أن يبقى حياً في الماء لأكثر من سنة، والماء المقطر لعدة أسابيع، والتربة لأكثر من ستة أشهر وفي البصاق الجاف لمدة شهرين وفي العصارة المعدية لمدة ست ساعات، فهو كما سبق من الميكروبات المقاومة للظروف البيئية. ويعتبر اللبن ومنتجاته الملوثة مصدراً من مصادر العدوى إذ يبقى الميكروب حياً في الجبن مثلاً لمدد تختلف باختلاف نوع الجبن وكثيراً ما تزيد مدة بقاء الميكروب حياً في الجبن الطرية عالية الرطوبة ونصف الجافة عن المدة اللازمة لتسوية هذه الجبن.

مدة الحضانة: Incubation period

تختلف مدة الحضانة من ٤ - ٦ أسابيع من بدء الإصابة حتى ظهور العلامات الأولى للمرض، وقد تمتد عدة سنوات لتصبح الرئة مصابة.

أعراض المرض: Symptoms

تحدث الإصابة عن طريق الجهاز التنفسي، الجهاز الهضمي وعند الإصابة عن طريق الجهاز التنفسي تظهر الأعراض على الرئتين، أما عند الإصابة عن طريق الجهاز

الهضمي فتتركز الإصابة في العقد الليمفاوية للمساريقا mesenteric lymphnodes وبتقدم المرض ينتشر خلال أنسجة وأعضاء الجسم المختلفة مثل الرئتين؛ وتتمثل أعراض إصابتها في آلام بالصدر، الرشح البللوري والسعال والعرق الليلي كما تصاب الأمعاء (إسهال وإحتمال إنسداد الأمعاء) والكلية (تبول دموى) والمخ (قئ وتشنجات).

وبجانب الأعراض الخاصة بكل عضو مصاب فهناك أعراض عامة لمريض السل تتمثل في فقد الشهية وفقر الدم ونقص الوزن والشعور بالإرهاق وإرتفاع الحرارة وزيادة سرعة دقات القلب.

المناعة Immunity

قد توجد مناعة طبيعية لدى بعض الأفراد وهي مرتبطة بعوامل وراثية، كما يحصل الأشخاص السابق إصابتهم، أو الأشخاص المخالطين للمرضى على مناعة نسبية أو كامنه يصبح الميكروب بعدها نشطاً تحت تأثير الإصابة بالأمراض الأخرى. فقد يكمن الميكروب في العقد الليمفاوية لعدة سنوات وقد تستمر طول الحياة ووجود الأنتجينات في مصل دم المريض لايعطى دليلاً كافياً على شدة المناعة وهناك مناعة صناعية عن طريق لقاح Bacillus Calmette Guerin (BCG) بالحقن تحت الجلد، ويقال أن الأطفال الذين يتراوح عمرهم ما بين ٣ - ١٢ سنة لديهم مقاومة نسبية، بينما الأطفال الأقل من ٣ سنوات والأكثر من ١٢ سنة أكثر عرضة للإصابة، وتزداد العرضة للإصابة بالتعب وسوء التغذية.

الوقاية والعلاج Prophylaxis

تتمثل المعالجة الوقائية في التشخيص المبكر للمرض، الكشف الدورى على المرضى والأشخاص بعد شفائهم، والمحصنين باللقاح (BCG). وقد إكتشف هذا اللقاح عام ١٩١٦ على يد العالمين A. Calmette and Ch. Guorin وهو عبارة عن سلالة بكتيرية ضعيفة معزولة من البقر. كما يجب الكشف الدورى على العاملين بالقطاع الغذائى وإعطائهم الأدوية الوقائية، مع عزل المرضى وإعطائهم الأدوية والعلاج الخاص بمقاومة المرض والميكروب، وكذلك يراعى الكشف الدورى على الحيوانات وعلاجها، والعناية بالمعاملة الحرارية للبن ومنتجاته وتجنب تعرضها للتلوث بعدها، والعناية بالنظافة الشخصية للعاملين في مجال الأغذية وأن يكونوا خاليين من المرض ومعهم شهادات صحية تثبت ذلك وألا يكونوا مخالطين لمرضى السل.

٢- الأمراض الناتجة عن بعض البكتريا التابعة لعائلة *Corynebacteriaceae*

مقدمة:

يتبع هذه العائلة عدة أجناس منها *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Cellulomonas*, *Arthroobacter* ويعتبر جنس *Corynebacterium* أكثرها أهمية للإنسان والحيوان من الناحية المرضية، وله ثلاثة أنواع *C.diphtheria*, *C.pyogenes*, *C.bovis* ويعتبر *C.diphtheria* أكثر أهمية للإنسان إذ يسبب له مرض الدفتريا *Diphtheria*. وقد أكتشف الميكروب المسبب لهذا المرض سنة ١٨٨٣ وأمكن عزله من مزرعة نقية سنة ١٨٨٤ وفصل السم *exotoxin* الذى ينتجه سنة ١٨٨٨؛ كما عرف مضاد سم له *antitoxin* سنة ١٨٩٠ وفى ١٩٢٣ أمكن الحصول على سم ضعيف *diphtheria toxoid* يستخدم للتطعيم ضد الدفتريا ونتيجة إنتشار التطعيم ضد الدفتريا فقد إنخفضت معدلات الإصابة بها فى معظم أنحاء العالم، ورغم ذلك فما زالت الدفتريا وباء فى الدول النامية؛ إذ تخلصت منه الدول المتقدمة وسوف نتناول هنا مرض الدفتريا وخواص الميكروب المسبب له.

الميكروب المسبب للمرض: *Causative bacteria*

Corynebacterium diphtheria: من أصل بشرى، يصيب البشر ومن خواصه:

الخواص المورفولوجية والمزرعية *Morphological and cultivation properties*

ميكروب عصوى أو منحنى قليلاً، طوله ١٨ ميكرون عرضه ٠,٨، ٠,٣ μ ميكرون، متعدد الأشكال فى تجمعات، يظهر عادة ذو إنتفاخ مثل مضرب الكرة فى نهاية الخلية، موجب لصبغة جرام، غير متجراثم وغير متحرك ولا يكون كبسولات (حافظه)، هوائى أو هوائى إختياري، الـ pH المثلى ٧,٢ - ٧,٦، الحرارة المثلى ٣٤ - ٣٧ °م ولا ينمو على أقل من ١٥ °م أو أعلى من ٤٠ °م، والمستعمرات صغيرة غير مندمجة وتظهر كمظهر الجلد الخشن المحبب *Shagreen leather* رمادية اللون لايسيل الجيلاتين ولايغير لبن عباد الشمس.

المقاومة Resistance

يقاوم الميكروب الظروف البيئية لحد ما، إذ يمكنه أن يحيا لمدة شهرين على حرارة الغرفة، ويعيش لمدة طويلة في الأغشية المخاطية للمرضى والتي تعتبر مصدراً أساسياً للعدوى، ويقتل الميكروب على 60°C ، ومحلول ١٪ فينول في خلال عشر دقائق.

الخواص التخمرية Fermentation properties

ليس له القدرة على تجبن اللبن أو تحلل اليوريا أو إنتاج الأندول، لكن له القدرة على إختزال النترات إلى نترت وكذا إختزال K.tellurite، ولذا تعطى المستعمرات التي تنمو على بيئة tellurite agar لوناً أسوداً أو رمادياً وتختلف قدرة الميكروب على تحلل (تخمر) المالتوز، النشا، الدكسترين، الجالاكتوز، الجلسرين ولكنه يخمر الجلوكوز، الليفولوز ويمكنه إنتاج H_2S ولكن ببطء

إنتاج السموم Toxin prodction: ينتج الميكروب سمّاً خارجياً extracellular toxin في الجهاز التنفسي وهو شديد السمية ويمتص في الدورة الدموية، ليدخل في مجموعة من التفاعلات ينتج عنها مضاعفات مختلفة، مثل الهبوط في القلب والشلل لبعض الأطفال وأحياناً الوفاة، ويحتوي التوكسين على كمية كبيرة من النيتروجين الأميني، وتتميز السلالات السامة من الميكروب بارتفاع نشاط إنزيم dehydrogenase عن السلالات غير السامة والتي ليس لها هذا النشاط إذ تنتج هذه السلالات الأخيرة antitoxin تعادل به تأثير السم ويقال أن جرعات صغيرة من السم تسبب تعفن الدم (تسمم toxaemia) في خنزير غينيا، وسم الدفتريا غير ثابت إذ أنه يتلف بالحرارة والضوء والهواء، ولكنه مقاوم لحد ما للذبذبات فوق الصوتية ultrasonic vibrations كما يتحول السم toxin إلى سم ضعيف toxoid بخلطه مع ٠,٣ - ٠,٤ ٪ فورمالين على $38 - 40^{\circ}\text{C}$ لمدة ٣ - ٤ أسابيع، كما أن toxoid أكثر مقاومة للعوامل الفيزيقيه والكيمياويه عن التوكسين.

وللميكروب القدرة على إنتاج إنزيم hyaluronidase وبذا يمكن للميكروب غزو أنسجة العائل.

التركيب الأنتيجينى Antigenic structure:

أكد كثير من العلماء وجود antigens (0) وهو عبارة عن Polysaccharides يوجد فى الطبقة الخارجية لجدار الخلية، ويطلق عليها أنتيجينات جسمية somatic polysaccharides antigens وهى ثابتة حرارياً thermostable.

مصادر العدوى Sources of infection

يعتبر المرضى وكذا حاملى الميكروب من أهم مصادر العدوى، إذ يوجد الميكروب فى إفرازات الأغشية المخاطية للأنف والحنك، ولذا تنتقل العدوى بالمخالطة، وكذا من الأدوات التى يستخدمها المريض أو حاملى المرض. ويوجد حوالى ٣ - ٥% من الناقلين والأصحاء حاملين للميكروب وقد يظل المريض حاملاً للميكروب ٦ شهور بعد شفاؤه، ورغم أن إنتقال المرض عن طريق اللبن قليل جداً، إلا أن العدوى قد تنتقل عن طريق إستهلاك اللبن الخام أو المتلجئات القشدية الملوثة بالميكروب. كما يوجد الميكروب فى الجروح الموجودة على حلمات وضرع الماشية ومنها ينتقل إلى اللبن، وقد لوحظ أن الإصابة بميكروبات مرضية أخرى تابعة لجنس Staphylococci, Streptococci وكذا بعض السلالات غير المرضية من جنس Corynebacterium قد تكون عاملاً مساعداً فى الإصابة بمرض الدفتريا.

مدة الحضانه Incubation period: ٢ : ١٠ أيام

أعراض المرض Symptoms:

إرتفاع الحرارة مع صعوبة البلع والتنفس، نتيجة لإلتهاب اللوزتين والبلعوم والحنجرة وتكون أنسجة ميته وإفرازات فى هذه الأماكن. ورغم أن المرض يصيب أماكن متعددة كالجلد والعين والأذن والأعضاء التناسلية، إلا أن دفتريا الحلق تمثل ٩٠% من الحالات المرضية، يأتى بعدها دفتريا الأنف فى المستوى الثانى.

وفى حالة شدة المرض يؤثر التوكسين على الجهاز العصبى السطحى Peripheral nervous system كما يؤثر على الكلى والأوعية الدموية وعضلة القلب إلى مرحلة قد تؤدى لتوقف القلب فجأة.

المناعة Immunity:

عادة يكتسب الطفل مناعة طول الحياة بعد شفائه، إذ لا تتعدى حالات عودة الإصابة Diphtheria reinfection عن ٦ - ٧٪ من حالات الإصابة وتزيد مقاومة الجسم للمرض بتقدم العمر.

ويتوقف مدى قدرة الجسم على المناعة على محتوى الدم من antitoxin ويجرى لذلك اختبار يعرف باختبار شيك Schick test وهو اختبار يظهر مدى تعرض الجسم للمرض أو مناعته ويجرى الاختبار بحقن السم toxin تحت الجلد introcutaneously في الساعد بمعدل ٠,٢ مل (وهي كمية تعادل ٤٠/١ من MTD اللازمه لقتل خنزير غانا). ويدل التفاعل الموجب positive على الحساسية للمرض، وعلاماته ظهور بقعة حمراء منتفخة (متورمه) قطرها ٢ سم في مكان الحقن بعد ٢٤ - ٤٨ ساعة، ويكون التفاعل موجباً إذا أحتوى الدم على antitoxin. أما الاختبار السالب فيدل على عدم الحساسية للدفتريا ويقال أن ٨٠ - ٩٠٪ من الأطفال حديثي الولادة وكذا الأشخاص فوق ١٧ سنة غير حساسين للدفتريا بينما الأطفال من سن ١ - ٤ سنوات فهم الفئة الأكثر حساسية (٩٠٪).

الوقاية والعلاج prophylaxis and treatment

بجانب الإبتعاد عن المصابين والعناية بالنظافة الشخصية والعناية ببسرة اللبن... ألخ فلولوقاية يراعى التحصن بالطعم الثلاثى (الدفتريا والتيتانوس والسعال الديكى) فى سن ٣ شهور ثم فى سن ١٨ شهر ثم فى سن ست سنوات وأخيراً فى سن عشر سنوات بالطعم الثنائى الذى يحوى طعم الدفتريا والتيتانوس وذلك لتحسين الحالة المناعية للجسم إذ يعمل التطعيم على تنشيط إنتاج الـ antitoxin.

٣- الأمراض الناتجة عن البكتريا السبحية Streptococci diseases

مقدمه:

تتبع هذه البكتريا عائله Streptococcaceae ومن اهم اجناسها جنس Streptococcus، ويشمل هذا الجنس اربعة مجموعات تبعاً لتقسيم شرمان. ويوضح الجدول التالي (١٠) هذه المجموعات الأربعة وبعض خواصها.

جدول (١٠) مجموعات جنس Streptococcus وخواصها تبعاً لتقسيم شرمان Sherman

المجموعة	hemolysis تخلل الدم	النمو		تعمل التسفين في ٦٠° م / ٣٠° م	من الزجاج إنتاج الأمونيا	النمو في المرق Broth		
		١٠° م	٤٥° م			أس هيدروجيني ٩,٦	ملح طعام ٦,٥ %	٠,١ % أزرق مثيلين
اللبنية Lactic streptococci	γ	+	-	±	±	-	-	+
فيريدان viridan streptococci	γ or α	-	+	±	-	-	-	-
الصد بريه pyogenic streptococci	β, α	-	-	-	-	-	-	-
أنترোকوكس Enterococcus streptococci	β, α or γ	+	+	+	+	+	+	+

ولما كانت أفراد المجموعة الأولى (اللبنية) Lactic streptococci مفيدة وتدخل في العديد من الصناعات الغذائية، ولا ضرر صحي منها، كذلك فإن أفراد المجموعة الثانية (فيريدان) Viridan streptococci ذات تأثير ضعيف من حيث الأضرار التي قد تسببها للإنسان والحيوان. لذا سوف يقتصر الحديث هنا عن بعض الأمراض الناشئة عن التلوث ببعض أفراد المجموعتين الأخيرتين وتشمل:

أ- أمراض ناشئة عن التلوث بأفراد من المجموعة Pyogenic ومنها مرض الحمى القرمزية وأمراض ناتجة عن *St. agalactia*.

ب-تسمم غذائي ناشئ عن التلوث بأفراد من مجموعة *Enterococcus* ومنها التسمم الناتج عن التلوث ببكتريا *Enterococcus faecalis*.

أ- أمراض ناشئة عن التلوث بأفراد من المجموعة الصديدية *Pyogenic* ومنها

i - مرض الحمى القرمزية *Scarlet fever*

ويسمى أيضاً حمى الطفح أو التهاب الحنجرة المتبقع *Septic sore throat*

البكتريا المسببة للمرض *Causative bacteria*

هي *Streptococcus pyogenes* ومن خواصها:

الخواص المورفولوجية والمزرعية:

ميكروب كروي في سلاسل، موجب لجرام غير متجثر غير متحرك، لا يكون كبسولات، شحيح الاحتياجات الهوائية.

ويوجد الميكروب في شكل سلاسل في أزواج، أو سلاسل قصيرة وذلك على الشريحة المحضرة من مزرعة صلبة أما الشريحة المحضرة من الـ *broth* فتظهر الميكروبات في صورة تكتلات. كما أن الميكروب يكون نمواً ضعيفاً على بيئة *meat n* *peptone agar* ولكن يعطى نمواً جيداً على بيئات *Sugar n blood and serum agar or* *broth* وتكون النموات على البيئة الصلبة في صورة مستعمرات محبة مميزة الحدود قطرها ٠,٥ : ١ مم شفافة رمادية أو بيضاء والحرارة المثلى للنمو ٣٧ °م (٢٠-٤٠ °م).

المقاومة *Resistance*

يمكن للميكروب أن يعيش لمدة طويلة على درجات حرارة منخفضة، فقد وجد أنه يمكن أن يبقى حياً في الزبدة لمدة حوالي ستة شهور، وفي الجبن لمدة ١٨ أسبوع بالتخزين في الثلاجة، كما أنه مقاوم للجفاف ويبقى حياً لمدة طويلة في الصديد والبصاق إلا أنه يقتل على ٧٠ °م وكذا بعد ١٥ د في محلول ٣-٥٪ فينول.

الخواص التخمرية *Fermentation properties*

يخمر الجلوكوز، المالتوز، اللاكتوز، السكروز مع إنتاج أحماض، ويجبن اللبن ويذيب الفيبرين، إلا أنه لا يحلل البروتين ولايسيل الجيلاتين ولايختزل النترات.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج الميكروب سموماً خارجية exotoxin بعضها حساس للحرارة كما ينتج إنزيمات مختلفة النشاط ومن هذه السموم والإنزيمات:

أ- محلات الدم haemolysin ومنها streptolysin, haemotoxin, B - hemolytic وهى تقوم بتكسير كرات الدم الحمراء (عند حقنها فى الأرانب) وتسبب إتهاب الحلق واللوز، إتهابات روماتيزمية، وتلف للأنسجة الضامة بالمفاصل، وأنسجة القلب فيسبب الحمى الروماتيزمية. Rheumatic fever (كبر القلب وإتهاب المفاصل المؤقت).

ب- Leukocidin: وتهدم كرات الدم البيضاء وتتلف على ٧٥ °م.

ج - Necrotoxin: وهو يسبب موت موضعى فى الأرانب عند حقنه بالعضل أو فى أى نسيج آخر خاصة خلايا الكبد.

د - Lethal toxin: سبب موت الأرانب والفئران عند حقنه فى الوريد.

هـ - Erythrogenic toxin: يسبب إتهابات فى الإنسان حيث يسبب طفحاً أحمر على الجلد، وهو ثابت حرارياً تقريباً.

و- إنزيمات منها: prateinase, amylase, lipase, nucleotidase, diphosphopyridine, fibrinolysin, desoxyribonuclease, Ribonuclease, hyaluronidase وهى إنزيمات تسهل إختراق الميكروب خلال أنسجة وأعضاء الحيوان المصاب.

وبجانب السموم الخارجية يوجد لدى السلالات توكسينات داخلية endotoxins تتميز بمقاومتها للحرارة، ولا ينتج الميكروب توكسينات معوية enterotoxin تسبب تسمماً غذائياً.

مصادر العدوى: Sources of causative organisms:

يصل الميكروب إلى اللبن مباشرة نتيجة إفرازه بكمية كبيرة فى حالات إتهاب الضرع، كما تنتقل العدوى عن طريق إفرازات الأنف، الحلق، الأدوات الملوثة بهذه الإفرازات، الهواء وعن طريق إستهلاك اللبن الخام والأغذية المتداولة بحاملى الميكروب. ويدخل الميكروب الجسم عن طريق الجلد والجروح، الأغشية المخاطية، وكذا عن طريق الأمعاء مع الغذاء وبنفاذه فى أنسجة الجسم.

مدة الحضانة Incubation period : ٢ : ٧ أيام.

أعراض المرض: Symptoms

بنفاذ الميكروب خلال الجلد والأنسجة فإنه يؤدي إلى التهاب في الغدد الليمفاوية الخاصة بالزور، وأحياناً يسبب خراجاً حول اللوزتين مع إرتفاع الحرارة بصورة غير منتظمة، وظهور طفح جلدي دموي erythema على الرقبة والصدر.

وفي حالات العدوى الشديدة، أو استمرار العدوى تحدث بعض المضاعفات منها التهاب صديدي بالأذن الوسطى والتهاب بالقلب والكلى، وتسمم دموي. والمرض معدى ويصيب الأطفال من عمر ٢-١٢ سنة ويسبب الفشل الكلوي المؤقت Streptococcal glomerulonephritis.

المناعة Immunity

يمكن التحصين حقناً بالـ antitoxin فهذا التحصين يعطي مناعة مستمرة تقريباً من المرض، أما المناعة المكتسبة بعد الإصابة فهي منخفضة أو مدتها قصيرة حيث تحدث نكسات من التهاب الزور

الوقاية والعلاج: prophylaxis

إستبعاد اللبن الناتج من حيوانات مصابة والذي يظهر عليه صفات غير طبيعية abnormal معاملة اللبن ومنتجاته معاملة حرارية كافية ودرجة حرارة أعلى من ٦٠ °م كافية للقضاء على الميكروب، حفظ اللبن على حرارة منخفضة (٧ °م) مع تجنب تلوث اللبن ومنتجاته بالمواد البرازية.

العناية بالصحة الشخصية للعاملين في مجال الألبان والأغذية والفحص الدوري، عزل المرضى وعلاجهم، إستخدام المضادات الحيوية بعد العمليات الجراحية، تطهير الأدوات والمعدات المستخدمة في تداول اللبن ومنتجاته.

ii - أمراض ناتجة عن St. agalactia

يوجد من هذا الميكروب سلالات آدمية وأخرى حيوانية، يختلف كل منهما عن الآخر في بعض الصفات مثل إنتاج الصبغات، وتخمر اللاكتوز، وإنتاج إنزيم β -lactosiatase (السلالات الأدمية +، -، - على الترتيب وعكس ذلك في السلالات الحيوانية).

وتسبب السلالات الحيوانية إلتهاب الضرع عند الماشية، ومما يساعد على إنتشار هذا المرض بين قطعان الماشية إستخدام ماكينات الحلابة إذ تساعد على نقل الميكروب إلى اللبن والحيوانات الأخرى نتيجة إستخدام أكواب الحلمات الملوثة من حيوان مصاب.

وتسبب السلالات الأدمية حالات مرضيه عند الإنسان عند تعاطيه ألبان ناتجة من حيوانات مصابة بهذه السلالات أو عن طريق الحلابين والكلافين الحاملين لهذه السلالات، وتحدث الأصابة عن طريق الجهاز الهضمى ومن أعراض الأصابة الألتهاب الرئوى، إلتهاب المفاصل، إلتهاب الجهاز التناسلى للأنثى، كما يحدث تسمم دموى لدى الأطفال حديثى الولادة.

ب- التسمم الغذائى الناتج عن مجموعة البكتريا السبحية البرازية *Enterococcus faecalis*

البكتريا المسببه: *Causative bacteria*

نوعاً من بكتريا تابعة لمجموعة *Enterococcus streptococci* ومنها:

Faecal streptococci أو ما يطلق عليها مجموعة *Str. Faecium , Str. Faecalis*

ومن خواص أفراد هذه المجموعه:

الخواص المورفولوجية والمزرعية:

تتميز افراد هذه المجموعة بأن خلاياها بيضاوية فى أزواج أو سلاسل قصيرة، قطر خلاياها ٠,٥ - ١ ميكرون، بعض أفرادها عالية الحركة، وتعطى على البيئة الصلبة نموات رقيقة ناعمة، وفى البيئة السائلة تعطى تكثير وترسيب، كما تنتج صبغات صفراء.

المقاومه *Resistance*

تقاوم ٦٠ م° / ٣٠ د ويمكنها النمو فى بيئة مرق ٦,٥ % ملح طعام pH ٩,٦ وحرارة من ١٠ - ٤٥ م°.

ولها القدرة على النمو على بيئة آجار الدم المحتوية ٤٠٪ صفراء أو ما يعادلها من أملاح الصفراء، وهذا كله يميز أفراد هذه المجموعة عن بقية أفراد مجموعات هذا الجنس، وتقاوم الجفاف وتركيز من ملح الطعام حتى ١٠٪.

الخواص التخمرية Fermentation properties

تخمر الجلوكوز، المالتوز، اللاكتوز، المانيتول مع إنتاج حمض، كما تختزل وتجن عباد الشمس في وجود ٠,١٪ أزرق الميثيلين، وتترع CO₂ من الحمض الأميني تيروسين، وتنتج الأمونيا من الأرجنين، ومنها أنواع محلله للدم مثل *Str. faecalis var. zymogenes* وأخرى تسيل الجيلاتين مثل *Str. faecalis var. liquefaciens*.

إنتاج السموم Toxin production

تسبب الأنواع التابعة لهذه المجموعة نوعاً من التسمم الغذائي، إذ تنتج نواتج تمثيل سامه إنزيمية في اللبن ومنتجاته مثل إنزيم (TNax) thermonuclease وقد أمكن التحقق من ذلك بحيوانات التجارب.

مصادر العدوى:

تعيش أفراد هذه المجموعة في القناة الهضمية للإنسان والحيوانات ذات الدم الدافئ، وتوجد في أمعاء الأطفال بأعداد أكبر من *E.coli* ويعتبر اللبن الخام ومنتجاته والبيض واللحوم خاصة المشوية على الفحم واللبن المبخر من مصادر العدوى بهذه البكتيريا، وعزلها من الغذاء يدل على تلوثه بمواد برازية. وقد حدث تسمم منها عن طريق الجبن واللبن المبخر.

مدة الحضانه: ٦ - ١٢ ساعة

أعراض المرض: غثيان وأحياناً قيء وتقلصات وآلام في البطن، وفترة المرض ١ - ٢ يوم وعموماً فهي تشبه أعراض التسمم العنقودي ولكن بدرجة أخف.

الوقاية:

منع تلوث اللبن ومنتجاته بالغائط ومعاملتها حرارياً.

٤- التسمم الغذائى والأمراض الناتجة عن بعض البكتريا التابعة لعائلة

Bacillaceae

من الأجناس التابعة لهذه العائلة، والتي يسبب بعض أنواعها تسمماً غذائياً:

١- جنس *Clostridium* ومن أنواعه:

أ- *Clo. botulinum* ويسبب التسمم البتيولينى،

ب- *Clo. Perfringens* ويسبب التسمم البرفرنجى.

٢- جنس *Bacillus* ومن أنواعه *Bacillus cereus* ويسبب التسمم الباسيلى

أولاً: التسمم الناتج عن جنس كوليستريدم *Clostridium*

أ- التسمم البتيولينى (المنبارى) *Botulinum food poisoning (botulism)*

مقدمة:

يعتبر التسمم البتيولينى من أخطر أنواع التسمم الغذائى، إلا أنه أقل إنتشاراً فى العالم، وكلمة *botulism* مشتقة من الكلمة اللاتينية *batulus* بمعنى سجق؛ إذ كان السجق من أوائل الأغذية التى كانت سبباً فى حدوث المرض.

البكتريا المسببة للمرض *Causative bacteria*

بكتريا *Clo. botulinum* هى مسببة التسمم البتيولينى، ويوجد من هذه البكتريا ثمانية أنواع (مصلية) سيريولوجية Serological types هى G, F, E, D, C₁, 2, B, A وجميعها سامة للإنسان عدا G, D, C فهى لا تسبب تسمماً للإنسان، ولكن تسمم الطيور والماشية، ويبين الجدول (١١) بعض خواص هذه الأنواع.

جدول (١١) خواص الأنواع السيريولوجية لبكتريا *Clo. botulinum*

النوع	الخواص
A	أكثر الأنواع سمية للإنسان، جميع سلالاته محللة للبروتين وتسبب عفونه تؤدي لظهور رائحة كريهة فى الأغذية البروتينية، جراثيمه مقاومة للحرارة، ينتج توكسين يتلف بالتسخين (٨٠ م° / ٥ - ٦ د°).

النوع	الخواص
B	أقل سمية للإنسان، بعض سلالاته محلله للبروتين مسببة عفونه ورائحة كريهة، أما غير المحلله فلا تسبب عفونه، جراثيمه مقاومة للحرارة مثل نوع A، وينتج توكسين يتلف بالتسخين (٩٠° م/١٥ د)، وقد يحدث شفاء في حالة حدوث التسمم به حتى عند وجود كمية محسوسة منه في الدم.
C ₁ , C ₂	غير محلل للبروتين، لا يستطيع تحلل أو تجبن بياض البيض egg white.
D	مثل C.
E	سام للإنسان (مصدره الأسماك ومنتجاتها) وجميع سلالاته غير محلله للبروتين، جراثيمه أقل مقاومة للحرارة.
F	سام للإنسان، بعض سلالاته محلله للبروتين وتسبب عفونه ورائحة كريهة في الأغذية البروتينية وبعضها غير محلل للبروتين.
G	غير معروف تماماً.

مصادر العدوى:

التربة وأمعاء الإنسان وبعض الحيوانات. ويصل إلى اللبن من البراز والتربة والعليقة.

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

عصوى (طوله ٣ : ٨ ميكرون وعرضه ٠,٣ - ٠,٥ ميكرون)، وأحياناً يوجد في أشكال قصيرة. للخلية ٤ - ٣٠ سوط، متحرك في درجة حرارة ٢٠ - ٢٥° م، لاهوائى حتماً لذا يسبب متاعب في الألبان المعلبة canned milk، كما يسبب الإنتفاخ المتأخر في الجبن. والميكروب موجب لصبغة جرام، متجراثم حيث يكون جراثيم طرفية أو قريبه من طرف الخلية لتعطى للخلية مظهر مضرب البيض.

الحرارة الملائمة للنمو (١١ - ٤٨° م)، وتختلف درجة الحرارة المثلى باختلاف السلالة، فهي ٣٥° م للسلالات المحلله للبروتين، ٢٦ - ٢٨° م للسلالات غير المحلله للبروتين.

والأس الأيدروجيني (pH) له قريبه من التعادل (٧,٤ - ٧,٦) والنشاط المائى aw ٠,٩٣ ينمو على جميع البيئات العادية ويختلف شكل النمو باختلاف نوع البيئة، فعلى

بيئة آجار الدم تعطى مستعمرات غير منتظمة خيطيه محاطة بمنطقة تحلل، وفى مزارع الآجار ذات الوخذ العميق agar stab تشبه المستعمرات كرات القطن، وتكون تجمعات متراكمه compact clusters بها خيوط تشبه الأسواط، وعلى بيئة الجيلاتين تكون مستعمرات شفافه محاطه بمساحات صغيرة متميعة Liquefaction.

الخواص التخمرية Fermentation properties

النوعان A, B يحلان البروتين فى البيئة السائلة، تسيل الجيلاتين، تنتج H_2S وأمونيا وأمينات طيارة وكيثونات وكحولات وأحماض (خليك - لاكتيك - بيوتريك) وتحدث ببتة peptinization للبن مع تكوين غاز، وتخمر الجلوكوز والليفولوز، المالتوز، الجلسرين مع إنتاج حمض وغاز.

إنتاج السموم Toxin production

جميع سلالات *Clo. botulinum* تنتج سموماً خارجية وهى توكسينات عصبية neurotoxins قوية جداً تؤدي إلى الوفاة، وتتكون هذه التوكسينات فى الغذاء، وتمتص أساساً فى الأمعاء، وعندما يصل التوكسين مجرى الدم فإنه يدخل الجهاز العصبى الطرفى، ويمنع إفراز acetylcholine المسئول عن نقل الإشارات أو الرسائل العصبية، مما يؤدي إلى تقلص العضلات (الليفية العضلية) فيسبب شلل العضلات، ويكون الشلل واضحاً فى حالة التسمم الشديد، وتحدث الوفاة نتيجة شلل الجهاز التنفسى فى خلال ٣ - ٦ أيام، ويمكن الحصول على التوكسين فى صورة متبلورة وهو من أشد التوكسينات سمية، والتوكسين يتميز عن توكسينات التيتانوس والدفترى بأنه يقاوم العصارة المعدية ويمتص سليماً، والتوكسين الذى ينتجه النوع A يكفى منه اجم لقتل ١٠ فأراً، والجرعة اللازمه لتسمم الإنسان ٠,١ µg، والتوكسين يشبه فى نشاطه نشاط الإنزيمات، إذ يؤدي لحدوث تحللات فى جسم الحيوان، ينشأ عنها مجموعة من المواد السامة، ينتج عنها علامات التسمم الخاصة بهذا الميكروب.

والتوكسين عبارة عن جلوبيولين لايتغير بالتبلور، ويتكون من سلسلة ببتيديه منفردة مكونه من ١٩ حمض أمينى، وزنها الجزيئى ١٥٠,٠٠٠ دالتون.

وبالنسبة للأنواع السامة للإنسان (A , B , E , F) يلاحظ أن:

السلالات المحللة للبروتين B E F	السلالات المحللة للبروتين A B F
فإن سلسلة السم الببتيديه تفرز كاملة في البيئه (١٥٠,٠٠٠ دالتون)، وتسمى في هذه الحاله توكسينات غير نشطة، وتصبح نشطة وسامه بمعاملتها بأنزيمات البروتينيز الخارجيه	تنتج إنزيمات (بروتينيز) داخلية تحلل التوكسين الناتج (١٥٠,٠٠٠ دالتون) إلى: - سلسلة ثقيله وزنها الجزيئى ١٠٠,٠٠٠ دالتون - سلسلة خفيفة وزنها الجزيئى ٥٠,٠٠٠ دالتون

وتتأثر التوكسينات بالحرارة، حيث يتم تكسيرها وتحللها بالحرارة thermolabile.

وللتوكسين صفات أنتيجينية، فعندما يصل إلى الدم يدفع الجسم إلى إنتاج أجسام مضادة (مضادات توكسينيه) نوعيه تتناسب نوع التوكسين المحقون، وتحضر التوكسينات toxoids لبعض الأنواع لإستخدامها لقاحاً للعاملين في مجال الأغذية، حيث أنها (التوكسينات) تحفز الجسم على إنتاج مضادات للتوكسين تعادل التوكسين الميكروبي المتكون بجسم العائل.

ويتأثر إنتاج التوكسين في الغذاء بعوامل منها:

- تركيب الغذاء أو بيئة النمو: فتشجع البيئات المحتويه على لبن أو كازين على إنتاج التوكسين.
- الأس الأيدروجينى pH: تشجع قلة الحموضه (ارتفاع pH) إنتاج التوكسين، فقد وجد أنه على pH ٤,٥ يمتنع إنتاج التوكسين فى معظم الأغذية.
- الرطوبة: يتوقف إنتاج التوكسين بإنخفاض رطوبة الغذاء عن ٣٠٪.
- ملح الطعام: يمتنع نمو الميكروب وإنتاج التوكسين فى وجود ٦ - ٨ ٪ ملح طعام.
- الحرارة: الحرارة المثلى لنمو السلالات المحلله للبروتين وإنتاج التوكسين ٣٥ °م أما الحرارة المثلى لنمو السلالات غير المحلله للبروتين فهى ٢٦ - ٢٨ °م.

ملحوظه:

يضم التسمم البتيولينى أربعة أنواع:

١- التسمم الكلاسيكى المحمول بالغذاء: classical food borne botulism

يحدث نتيجة تناول سمّاً مكوناً بالغذاء

٢- التسمم الجرحى: Wound botulism

يحدث نتيجة إفراز السم فى الجرح الملوث ويعتبر ذلك النوع أقل شيوعاً.

٣- التسمم غير المحدد Undetermined botulism

يحدث فى الأفراد الأكبر من عام، ولا يكون الغذاء أو الجرح مصدراً لحدوثه، حيث يفرز السم فى الأمعاء بصورة مشابهة لبوتيليزم الرضع أى عقب نمو وتكاثر الميكروب.

٤- تسمم الرضع Infant botulism

ويحدث نتيجة إفراز السم فى القناة المعوية للرضع عقب نمو وتكاثر الميكروب .

ويعتبر النوع الكلاسيكى وهو يصيب الكبار adult botulism

وتسمم الرضع البتيليني infant botulism أكثرها شيوعاً. ويختلف كل منهما عن الآخر من حيث كيفية الإصابة وأعراض الإصابة.

أ- من حيث كيفية الإصابة:

فى البالغين تحدث الإصابة نتيجة تناول غذاء يحتوى توكسين سبق إفرازه فى الغذاء بواسطة الميكروب أى in vitro إذ أن الحموضة فى معدة البالغين لا تسمح بنمو الجراثيم وإنتاج التوكسين، كما أن المنافسة الميكروبية فى الأمعاء تحد من نمو *Clo. botulinum*. أما فى الأطفال فيحدث التسمم نتيجة تناول جراثيم الميكروب التى تستوطن الأمعاء وينتج التوكسين in vivo عقب إنبات الجراثيم، إذ أن حموضة معدة الأطفال قريه من التعادل فتشجع نمو الميكروب وإنتاج التوكسين، هذا بجانب عدم وجود فلورا طبيعى كافية لمنافسة الميكروب، إلا أن الرضاعة الطبيعى للطفل قد تحمى الطفل من نمو الميكروب فى معدته، إذ أن لبن الأم يحتوى أجساماً مضادة تعمل على تجمع الميكروب agglutination وبالتالي قد تؤخر من ظهور أعراض المرض، ويلاحظ أن الأطفال الأكبر سناً أقل تعرضاً للإصابة نظراً لإكتمال الفلورا الطبيعى فى أمعائهم، والتى تعوق نمو الميكروب وإنبات الجراثيم وإنتاج التوكسين.

ب- من حيث أعراض الأصابة

تتمثل الأعراض عند البالغين في اضطراب الجهاز الهضمي غثيان - قيء - إسهال ثم إمساك - صداع - صعوبة البلع - صعوبة الكلام - جفاف الفم والحلق - إنتفاخ اللسان - شلل العضلات الإرادية وينتشر الشلل إلى الجهاز التنفسي والقلب وتحدث الوفاة لفشل الجهاز التنفسي وتحدث الوفاة في حالة التسمم الشديد في بحر ٣ - ٦ أيام من تناول الغذاء المحتوي على التوكسين.

أما أعراض الأصابة في الأطفال فتتمثل في الضعف وعدم القدرة على الرضاعة، فقد السيطرة على الرأس والأمسك. وفي المراحل الشديدة من المرض توجد أعداد كبيرة من الجراثيم في براز الأطفال، وعندما تتحسن حاله المرضيه تقل هذه الأعداد، وعادة يصاب الطفل الرضيع (أقل من سنه) بأعراض الموت الفجائي sudden death ويطلق عليه cold death نتيجة شلل عضلات التنفس.

التركيب الأنتيجيني Antigenic structure

يتمثل أساساً في الجسمي somatic (0) antigen والأنتيجين السوطي flagella or

(H) antigen

مصادر العدوى: Sources of infection

يعتبر الماء والهواء من أهم مصادر هذا الميكروب خاصة المستنقعات الوحليه (ذات الوحل)، كما يوجد في أمعاء الإنسان والحيوان، ويرتبط التسمم بالأغذية التي توفر ظروفاً غير هوائيه كالمعلبات، وفي دراسة عن الأغذية المسئولة عن حالات التسمم البتيولينى وجد أن الخضروات تمثل ٥٦٪ من حالات التسمم، الأسماك ومنتجاتها ١٤٪، الفواكه ١٠٪، اللحم ٣٪، اللبن ومنتجاته ٢٪ ومن ذلك نرى أن اللبن ومنتجاته ليست مصدر خطورة لهذا الميكروب، إذ أن اللبن السائل ليس وسطاً ملائماً لنموه لأن الميكروب لاهوائى، كما أن الألبان المتخمرة ليست وسطاً ملائماً لنموه، إذ أن الميكروب لايتحمل (pH المنخفضه) ولكن قد يسود الميكروب في المنتجات اللبنيه المعلبه مثل الألبان المركزة والجبن المطبوخ.

المقاومة Resistance

تقتل الخلايا الخضرية على $80^{\circ}\text{C}/\text{m}^{\circ}$ ٣٠ د بينما الجراثيم يمكنها مقاومة الغليان لمدة ٦ ساعات، $115^{\circ}\text{C}/\text{m}^{\circ}$ ٤٠ د، $120^{\circ}\text{C}/\text{m}^{\circ}$ ٣ : ٢٢ د، وتبقى الجراثيم فى القطع الكبيرة من اللحم، وكذا المعلبات حتى بعد التعقيم ($120^{\circ}\text{C}/\text{m}^{\circ}$ ١٥ د)، ويمكنها البقاء فى محلول فينول ٥٪ لمدة ٢٤ ساعة، وتعيش فى المزرعة البكتيرية لمدة عام، والتركيز المرتفع من الملح أو السكر يمنع نمو الميكروب أما بالنسبة للتوكسين فهو غير مقاوم للحرارة إذ يوقف الغليان / 15°C د مفعول السم بينما يظل الميكروب مقاوماً للحرارة كما أن السم غير ثابت عند pH أعلى من ٦,٨، ويتلف فى الجبن بمعاملتها بأشعة جاما ($7,3$ ميجاراد Mrad)، ويظل السم فى الغذاء فترة طويلة عند الحفظ على حرارة منخفضة.

مدة الحضانه incubation period:

١٢ : ٩٦ ساعة ومعدل الوفاة mortality rate عالى جداً.

أعراض المرض Symptoms:

تحدث العدوى بواسطة سم خارجى، يمتص فى الأمعاء وينتقل إلى الدم ويؤثر على النخاع والعظام والأوعية الدموية والقلب، وكان يعتقد أن التسمم البتيولينى ذو طبيعة سمية فقط، ولكن ثبت أنه يؤثر على عديد من أعضاء الجسم، وقد سبق الحديث عن الأعراض ومقارنة بينها عند البالغين والأطفال.

المناعة Immunity:

الأصابه بالمرض (بالتسمم) لاتعطى مناعة لرجوعه The illness does not give immunity for reoccurrence.

الوقاية والعلاج: prophylaxis

تجنب تعاطى اللحوم والأسماك المشويه، وكذا الأغذية المعلبه المنتفخة العلبه وكذا المجمدة (خام أو مطبوخه) التى تم تسييحها وحفظها على حرارة الغرفة، مع غلى الغذاء المشكوك فيه لفترة لاتقل عن ١٥ د، حيث يتم تكسير وتحلل التوكسين. وفى

حالات حدوث تسمم يمكن عمل غسيل للمعدة بمحلول قلوى مثل برمنجانات البوتاسيوم أو محلول الصودا (كربونات صوديوم) فمن المعروف أن السم غير ثابت على pH أعلى من ٦,٨ مع إعطاء مضاد للسم polyvalent botulism antitoxin للأنواع A B E F (٥٠,٠٠٠ : ١٠٠,٠٠٠ وحدة) ويكرر الحقن بنفس الجرعة خلال ٥ - ١٠ ساعات إذا لم يحدث تحسن، وكل الأشخاص الذين تناولوا طعاماً حدث منه ولو حالة تسمم واحدة يعطوا جرعة من مضاد السم (٢٥٠٠٠ : ٥٠,٠٠٠ وحدة) كوقايه وقد يحقن المضاد مع محلول ملحي sline وجلوكوز وفيتامين C، الثيامين. وقد يصل معدل الوفاة إلى ١٠٪.

ب- التسمم البرفرنجى *perfringens food poisoning* (التسمم الهدبى)

مقدمه:

أكتشف الميكروب المسبب للمرض عام ١٨٩٢، وأمكن عزله من ٧٠ - ١٠٠٪ من الأشخاص المصابين بالغرغرينا الغازية *gas gangrene* أثناء الحربين العالميتين الأولى والثانية فالميكروب يوجد فى أمعاء الحيوانات والإنسان، ويمكنه أن يعيش لسنوات فى التربه فى صورة متجثره، والتسمم الناتج عنه هى إصابه غذائيه فعند تناول الغذاء الملوث بالميكروب ينمو الميكروب فى الأجزاء العليا من الأمعاء وينتج سمّاً معويّاً *enterotoxin* (سم داخلى).

البكتريا المسببه للمرض *Causative bacteria*

هو *Clostridium perfringens* يوجد سته أنواع من الميكروب A, B, C, D, E, F تختلف فى خواصها السيرولوجيه وتوكسيناتها، ومن أهم هذه الأنواع الممرضه للإنسان النوعان A, C وفيما يلى أهم خواص أنواع هذه البكتريا (جدول ١٢).

جدول (١٢) خواص الأنواع السيرولوجيه لبكتريا *Clo. Perfringens*

النوع	الخواص
A	سام للإنسان، كما يسبب الغرغرينا عندما ينفذ إلى الجسم عن طريق غير الفم أى عن طريق غير طريق الأمعاء <i>parenteral rout</i> . يفرز توكسين من النوع α وهو سم معوى يسبب جميع حالات التسمم الغذائى، ويحدث وفاة لكبار السن والضعفاء، والسم غير مقاوم للحرارة يتلف على ٦٠ م° / ١٠ د، يقاوم إنزيم التربسين، كيموتربسين، البايابين

النوع	الخواص
B	مسئول عن الدوسنتاريا فى الخرفان وبعض الحيوانات الأخرى
C	يسبب نزيفاً دموياً haemorrhagic ونزيفاً معوياً enterotoxaemia فى الماعز والغنم، ونادراً ما يصيب الإنسان ولكنه أكثر سمية من النوع A حيث يفرز نوعان من السموم α و β ، ويتميز السم β بأنه أكثر مقاومه للحرارة، ويسبب تليف المعاء، وتصل معدل الوفاة ٣٥ - ٤٥٪، كما أنه يحدث تغيرات كبيرة فى ضغط دم الحيوانات المختبرة قد تنتهى بتوقف القلب، وتغيرات فى أنويه الخلايا الدمويه وحيدة النوايا monocytes.
D	يسبب تسمماً معوياً enterotoxaemia فى الإنسان والحيوان
E	يسبب تسمماً معوياً enterotoxaemia فى الخرفان والعجول
F	مسئول عن إلتهاب الأمعاء وموت أنسجتها

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

- الميكروب عصوى طوله (٤ - ٨ μ ميكرون) وعرضه (١ - ١,٥ μ ميكرون)، بنهايات مستديرة.
- متجراثم يعطى جراثيم بيضاويه مركزيه أو قريبه من المركز.
- تعطى المزارع الحديثه جرام موجب والمزارع القديمه جرام سالب.
- أقل حاجة للظروف اللاهوائيه Less anaerobic عن غيره من البكتريا المسببه للغرغرينا.
- لا ينمو على أقل من ١٥° م، ولا أكثر من ٥٠ م والحرارة المثلى ٣٥ - ٣٧° م.
- الأس الأيدروجينى (pH) الأمثل ٦ - ٨، ويمكنه النمو على ٥ - ٩ (pH).

ينمو على البيئات الطبيعية التى تستخدم فى نمو البكتريا اللاهوائيه، وفى مزارع الأجار ذات الوخذ العميق تعطى مستعمرات تشبه القرص أو حبات العدس، وعلى بيئة أجار الدم المحتويه جلوكوز تعطى مستعمرات رمادية ناعمه تشبه القرص ذات مركز مرتفع.

المقاومه Resistance

الميكروب مقاوم للتجميد (- ١٥ إلى - ٢٠° م) ومقاوم نسبياً للحرارة، والخلايا الخضريه أكثر حساسيه لفوق أكسيد الأيدروجين والفينول المستخدم فى التطهير ويمكن تثبيط نموها بتركيز ٦٪ ملح طعام والجراثيم تقاوم الغليان لمدة ٨ - ٩ د.

الخواص التخمرية Fermentation properties

يجبن سيرم الدم والبيومين البيض، وفي بيئة اللحم ينتج أحماضاً مثل البيوتريك والخليك وكمية كبيرة من الغازات (H_2 , CO_2 , SH_2 , NH_3) وينتج أمينات طيارة وألدهيدات وكيثونات، ويخمر الجلوكوز، الليفولوز، الجالاكتوز، المالتوز، السكروز، اللاكتوز، الجليكوجين مع إنتاج حمض وغاز، ولا يخمر المانيتول، ويسيل الجيلاتين ببطء، ويختزل النترات لكنه لا يكون إندولاً أو يكونه في صورة أثار.

إنتاج السموم Toxin production

عند تناول غذاء به أعداد كبيرة من الخلايا الخضرية الحية ($10^6 - 10^7$ خلية خضرية/جم) فإن هذه الخلايا تتكاثر داخل الأمعاء وتكون جراثيم، وأثناء تكوين الجراثيم يتكون السم داخل الجراثيم ثم تنحل جدر الجراثيم داخل الأمعاء الدقيقة لينطلق منها السم. ويلاحظ أن السم لا يتكون أثناء تكوين الجراثيم خارج جسم العائل. ومن ذلك نرى طبيعة التسمم الغذائي البرفرنجي يختلف عن التسمم البنشبوليني والتسمم العنقودي، إذ أنه في التسمم البرفرنجي تتكون الجراثيم داخل جسم العائل *in vivo* ويتكون السم داخل هذه الجراثيم ثم تنحل جدر الجراثيم وينطلق السم إلى الأمعاء، أما في التسمم البنشبوليني والتسمم العنقودي يقترن التسمم بتواجد التوكسين في الغذاء *in vitro* الذي يتناوله الإنسان، والسم يعرف باسم α toxin وهو أهم أنواع السموم التي ينتجها الميكروب، وهو بروتين إنزيمي معقد وزنه الجزيئي 35,000 دالتون، له تأثيرات عديدة فهو مميت، محلل للدم *haemolysis* كما أنه يسبب موت مضعى للأنسجة *necrotic* كما أنه توكسين عصبي ويحتوى عدة أنزيمات منها:

Collagenase, prateinase, lecithinase, desoxyribonuclase, gelatinase, hyaluronidase ومادة تحلل الفيرين fibrinolysin لذا كان لهذا السم عدة تأثيرات بيولوجية منها:

- ١- يحدث إضطراباً للخلايا الطلائية والأمعاء، حيث يثبط إمتصاص الجلوكوز ويزيد من إفراز الماء وأيونات Na^+ , Cl^- مما يؤدي لزيادة كبيرة في حركة السوائل وتجمعها في تجويف الأمعاء وبالتالي حدوث الأسهال، ويفرز التوكسين في براز المصاب (3 - 16 μg / جم براز).

٢- يتسبب فى الموت الموضعى necrotic للأنسجة وذلك نتيجة للعمل المشترك لكل من Collagenase, lecithinase, hyaluronidase حيث يتلف Collagenase, hyaluronidase الأنسجة الرابطة للعضلات، ويقوم إنزيم lecithinase بتحلل الليثسين الموجود فى أغشية العضلات وكذا فى الخلايا الدموية الحمراء الموجودة فى النسيج الضام وهذا كله يؤدي إلى زيادة نفاذية الأوعية الدموية الصغيرة وبالتالي حدوث الغرغرينا، كما تسبب هذه التغيرات تقلص العضلات الملساء مثل عضلات القصبات الهوائية والرئتين والقلب والرحم والقناة الهضمية، وتشويش المراكز العصبية disturbance of the nerve centers ويحدث إختناق نتيجة هدم كرات الدم الحمراء.

مصادر العدوى: Sources of infection

تعتبر التربة وامعاء الإنسان والحيوان من أهم مصادر العدوى، كما تعتبر الأغذية المعبأة والخضروات والأسماك واللحوم أكثر الأغذية شيوعاً فى هذا التسمم خاصة اللحوم التى تم طهيها ثم تركت تبرد ببطء مع حفظها بعض الوقت قبل تناولها.

مدة الحضانه: incubation period

٨ - ٢٤ ساعة بعد تناول الطعام الملوث.

أعراض المرض Symptoms:

آلام فى البطن - إسهال - غثيان - إجهاد لكبار السن والأطفال، وقد تكون الأعراض مصحوبه بحمى وقئ مما يسبب الوفاة أحياناً بين المرضى كبار السن والضعفاء نتيجة الجفاف، وتستمر الأعراض فترة قصيرة (حوالى يوم) وقد يصل معدل الوفاة إلى ٣٠ - ٤٠٪.

الوقاية والعلاج: prophylaxis

- ١- التبريد السريع للحوم المطهية (٥,٥° م أو أقل) لمنع نمو الجراثيم والتكاثر.
- ٢- إعادة التسخين الكامل للأغذية المحفوظة بالتبريد لدرجة حرارة أعلى من ٦٥° م قبل إستهلاكها للقضاء على ما قد يوجد من خلايا خضرية.

- ٣- بسترة اللبن على حرارة ٨٥ °م ومنع تلوثه بعد البسترة.
- ٤- النظافة الشخصية للعاملين في مجال إعداد وتداول الأغذية وتطهير الأواني بالمطهرات المناسبة.
- ٥- التحصين باستخدام التوكسيد toxoid المحضر من مزارع *Clo. Perfringens*.

ثانياً أمراض وتسمم ناتج عن جنس *Bacillus*

أ- التسمم الغذائي الباسيلي *Bacillus cereus* food poisoning

البكتريا المسببة للمرض *Causative bacteria*

Bacillus cereus: وهو منتشر في الطبيعة ويمكن عزله من عديد من المنتجات اللبنية.

الخواص المورفولوجية والمزرعية *Morphological and cultivation properties*

عصوى متجثر (جراثيم بيضاوية أو إسطوانية)، هوائى أو لاهوائى إختيارياً مقاوم للحرارة، المدى الحرارى له ١٠ - ٥٠ °م والحرارة المثلى ٢٨ - ٣٥ °م. مدى الـ pH ٤,٤ - ٩,٣، aw ٠,٩١٢. لا ينمو في وجود ١٠٪ ملح، الجراثيم مقاومة للحرارة، متحرك موجب لجرام.

الخواص التخمرية *Fermentation properties*

يخمر الجلوكوز لاهوائياً ويكون حمضاً، يحلل الجيلاتين والدم B- haemolysis يعطى إختباراً موجباً للكاتليز. وليس له القدرة على تكوين الحمض من المانيتول أو اللاكتوز، لا ينتج الأندول. غالباً ما يختزل النترات.

إنتاج السموم *Toxin production*

يفرز السم في الغذاء عند محتوى الجرام من الغذاء $10^6 - 10^7$ CFU وتنتج السلالات المسببة للتسمم نوعين من السموم:

١- توكسينات خلوية Cytotoxins منها:

Lecithinase (phospholipase c), hemolysin, protease, B - lactomase, cereolysin.

٢- توكسينات معويه Enterotoxins: وهى عبارة عن ببتيد وزنه الجزيئ ٥٠,٠٠٠ دالتون وهى المسئولة عن أعراض التسمم الغذائى وهى نوعان:

توكسين معوى مسبب للقيء	توكسين معوى مسبب للإسهال
١- يحدث عقب تناول غذاء ملوث بالتوكسين، بمعنى أن التوكسين يكون فى الغذاء ولم يقضى عليه أو على الميكروب المنتج له بعملية الطهى	١- يحدث عقب تناول غذاء ملوث بالجراثيم حيث تنمو الجراثيم فى القناة الهضمية وتنتج التوكسين
٢- مقاوم للحرارة (١٢٠ م° / ٩٠ د) ومقاوم للتحلل بالبيسين أو التريسين.	٢- غير مقاوم للحرارة، ويتحلل بالتريسين
٣- أنتيجينات الأسواط (H) المسئولة عن التسمم القيئ H.1 , H.3 , H. 8	٣- أنتيجينات الأسواط (H) المسئولة عن التسمم الأسهالى H.1 , H. 2 , H.8
٤- أقصى إنتاج للتوكسين على حرارة ١٥ - ٥٠ م°	٤- أقصى إنتاج للتوكسين على حرارة ١٨ - ٤٣ م°
٥- مدة الحضانه ١ - ٦ ساعات	٥- مدة الحضانه ١٨ - ١٦ ساعه
٦- أعراض الإصابة: غثيان - نادراً ما يحدث إسهال أو ارتفاع فى الحرارة، ويحدث الشفاء خلال ٢٤ ساعة، ولا يحدث مضاعفات	٦- أعراض الإصابة: غثيان - ألم فى البطن مع تقلصات وإسهال مائى شديد مع ارتفاع الحرارة، ونادراً ما يحدث قيء ويحدث الشفاء خلال ٢٤ ساعة، دون مضاعفات

التركيب الأنتيجينى Antigenic structure

الأنتيجين السوطى flagella or (H) antigen

مصادر العدوى: Sources of infection

الأرز المطبوخ - البطاطس الهروسة، الجبن المطبوخ، الألبان المكثفة، القشدة المبسترة، فقد أظهرت بعض الدراسات وجوده فى ٣٥٪، ١٥٪ من عينات اللبن الخام وانبستر على التوالى، كما عزله البعض من لبن UHT ومصدره فى اللبن الخام هو التلوث بالجراثيم من حلبة وجلد الحيوان، وكذا التلوث من التربه، ومن ألبان الحيوانات المصابه بالتهاب الضرع، إذ يسبب الميكروب مرض إلتهاب الضرع.

الوقاية:

تبريد اللبن ومنتجاته أثناء التخزين والعناية أثناء القفل، تجنب التلوث من الجو، العناية بالشروط الصحية.

ب- مرض الحمى الفحمية Anthrax

مقدمه :

هذا المرض من الأمراض المعدية الحادة في الماشية، وينتقل من الحيوان إلى الإنسان عن طريق دخول الميكروب جسم الإنسان عبر الخدوش والجروح عند ملامسة الحيوانات المصابة أو جلودها أو دماها. ويعد هذا المرض من الأمراض التي يجب التبليغ عنها للسلطات الصحية. ويوجد نوعان من هذا المرض الأول يصيب الجلد cutaneous type ومدة حضانتة ١٢ - ٢٤ ساعة، والثاني يصيب الرئة pulmonary type ويسبب الوفاة.

الميكروب المسببه للمرض Causative bacteria

Bacillus anthracis: والأنواع الخضرية تتأثر بالبسترة، أما المتجرثمه فيمكنها البقاء حيه ٢٤ عاماً وتباد بتسخين اللبن على ٩٠ °م / ٤٥ د أو بحرارة البخار ١٠٠ °م / ١٠ د.

مصادر العدوى: Sources of infection

عن طريق اللحم meat borne نادراً ما ينتشر عن طريق اللبن، إذ أنه عند شدة إصابة الحيوان فإن الحيوان نادراً ما يفرز لبنه، وقد يموت الحيوان قبل وصول الميكروب إلى الضرع، وإن حدث أن أفرز الحيوان لبناً فإن اللبن الناتج يكون متغيراً بصورة تجعله غير صالح للإستهلاك، كما تقل كمية اللبن فجأة ولكن قد ينتقل جزء من هذا اللبن إلى ألبان ناتجة من حيوانات سليمة مما يسبب العدوى للإنسان.

التشخيص: Diagnosis

فحص براز الشخص المصاب والحقن في خنزير غانا حيث يصاب بتعفن الدم septicemia الذي يعقبه الموت.

الوقاية:

عدم إستخدام لبن الحيوان المصاب - قتل الحيوانات المصابة - تطهير مخلفات الحيوانات المصابة - العناية الصحية وفي حالة حدوث أى حالة مرضية بين الحيوانات يتم وضع القطيع تحت الملاحظة الطبية لمدة أسبوعين على الأقل من تاريخ ظهور المرض، واثناء تلك الفترة يستبعد أى حيوان تظهر عليه أعراض المرض والتي تتميز بفقد الشهية، وإرتفاع درجة الحرارة. ولابد من تحصين الحيوانات ضد المرض، مع التخلص من اللبن وعدم إستخدامه لمد تتراوح من ٣ - ٣٠ يوماً بعد التحصين، ولذا يستحسن التحصين فى فترة جفاف الحيوان.

٥ - التسمم الغذائى الناشئ عن بعض البكتريا التابعة لعائلة *Micrococcaceae*

يتبع هذه العائلة ٣ أجناس *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Planococcus* وأفراد العائلة موجهة لصبغة جرام، كرويه منفردة أو فى أزواج أو أربع خلايا أو مجعته أو فى كتل غير منتظمة أو فى سلاسل؛ ومعظم الأجناس تكون صبغات حمراء وقرمزية صفراء وبرتقاليه غير ذائبة فى الماء.

وتسبب بعض الأنواع التابعة لهذه العائلة تسممات غذائية منها التسمم الغذائى العنقودى والبكتريا المسببة له *Staphylococcus aureus* وهى إحدى البكتريا التابعة لجنس *Staphylococcus*. وفيما يلى بعض خواص هذا الميكروب.

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

الميكروب كروى (٠,٥ - ١,٥ µm) يوجد فى أزواج أو سلاسل قصيرة أو عناقيد، حيث تتكاثر خلاياه فى أكثر من إتجاه لتعطى تجمعات غير منتظمة ثلاثيه الأبعاد، موجب لجرام، غير متحرك، هوائى ولاهوائى إختيارياً ولكن يفضل الظروف الهوائية، ينمو فى حرارة ما بين ٧ - ٤٢ °م (٣٧ °م) والـ pH ما بين ٤ - ١٠ (٦ - ٧)، خلاياه أصغر من *Micrococcus*، ينتج العديد منها صبغات ما بين الرمادى إلى صفراء أو برتقاليه، ويتأثر ذلك بظروف النمو، والمستعمرات ناعمة لامعة حجمها ٤ - ٦ مم، وفى بيئة المرق *broth* يتغير النمو من عكارة إلى راسب دقيق يسهل نشره.

الخواص التخمرية Fermentation properties

يحلل البروتين الحيواني (كازين - جيلاتين - فيبرين) دون إنتاج روائح غير مقبولة، يختزل النترات ويكون الأمونيا من الأرجنين، موجب للكتاليز، ينتج الحمض هوائياً أو لاهوائياً من عديد من السكريات، ومعظم النواتج النهائية من تمثيل الجلوكوز هي CO_2 والخلات تحت الظروف الهوائية، واللاكتات تحت الظروف اللاهوائية ويحتاج الميكروب مصدراً عضوياً نيتروجينياً (أحماض أمينية) وفيتامينين أو أكثر للنمو في البيئة الصناعية.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج الميكروب سموماً تفرز خارج الخلية extracellular وهي نوعان:

أ- سموم خلوية cytotoxin: ومنها

Staphylosins (α , β , γ , δ haemolysins), fibrinolysin, lecithinase, coagulase, thermostable nuclease (TNase), leucocidin, necrotizing factor, lethal factor.

ب- سموم معوية Enterotoxin

تنتجها الخلايا في جميع مراحل النمو، وهي أكثر سموم هذه البكتيريا أهمية. وهي عبارة عن بروتينات قاعدية بسيطة من سلسلة فردية منخفضة الوزن الجزيئي (٢٦٠٠٠ - ٢٩٠٠٠ دالتون)، والصورة النقية من هذه السموم مادة بيضاء زغبية fluffy هيجروسكوبية قابلة للذوبان في الماء والمحاليل الملحية. والجرعة السامة ١٠٠ - ١٠٠٠ ng تبعاً لنوع السم. وهذه السموم توكسينات عصبية تؤثر على الجهاز العصبي المركزي، وتثير مراكز القيء في المخ، ولا تؤثر على الأغشية المبطنه للقناة الهضمية، وهي سموم مقاومة للإنزيمات المحللة للبروتين (الرنين - البيسين - التربسين - الكيموتربسين - البايابين) مما يساعد على مرور التوكسين في القناة الهضمية والوصول إلى المواقع التي تؤثر عليها.

والسموم المعوية التي تنتجها هذه البكتيريا ثابتة حرارياً لا تتلف بالغليان حتى ١٥ د، لذا لها القدرة على مقاومة المعاملات الحرارية للبن ومنتجاته. وهي تسبب

إلتهاباً بالمعدة والأمعاء. وتظهر هذه الأعراض في بحر ١ - ٦ ساعات من تناول طعام ملوث بالسم.

ويتأثر إنتاج هذه التوكسينات بعدة عوامل من أهمها:

- نوع الغذاء: فإحتواء الغذاء على كمية كبيرة من البروتينات شجع إنتاج التوكسين.

- درجة الحرارة: فأنسب درجة حرارة لإنتاج التوكسينات ٤٠ °م (١٦ - ٤٦ °م).

- العدد الكلي للبكتريا في الغذاء: إذ تتكون هذه السموم بصورة أسرع في الألبان منخفضة العدد الكلي من الميكروبات إذ أن اللبن الأقل جودة نظراً لإحتوائه على كمية كبيرة من البكتريا فإنها تنافس *St. aureus* على الغذاء كما أنها تؤدي إلى زيادة الحموضه وهذه عوامل تعوق إنتاج التوكسينات المعويه.

أنواع التوكسينات المعويه التي تنتجها بكتريا *St. aureus*.

يوجد ثمانية أنواع مختلفة من هذه التوكسينات ذات خواص أنتيجينية مختلفة ويوضح الجدول التالي (١٣) هذه الأنواع

جدول (١٣) أنواع التوكسينات المعويه التي تنتجها بكتريا *St. aureus*

النوع	خواصه
A	تنتج السلالات المعزولة من الإنسان، وينتج بكميات كبيرة، ويعتبر أكثر التوكسينات شيوعاً في التسمم الغذائي، وهو يتكون من سلسلة ببتيديه (٢٣٩ - ٢٩٦ حمض أميني) وزنه الجزيئي ٣٤٠٠٠ دالتون والسم الخام يفقد نشاطه بالتسخين ١٠٠ °م / ١٣٠ د أما المستحضر النقي منه فيفقد نشاطه كلية بالتسخين لمدة دقيقة واحدة. يحكمه كروموسوم وينتج أثناء مرحلة النمو اللوغارتمي logarithmic.
B	يتميز بارتفاع سميته وينتج في مرحلة الثبات من نمو الميكروب. ولايسبب حالات تسمم كبيرة حيث يفقد فاعليته نتيجة تفاعله مع بعض مكونات الغذاء مثل البوتاسيوم والكلور والفلور، هو يتكون أيضاً من سلسلة ببتيديه (٢٣٩ - ٢٩٦ حمض أميني) وزنه الجزيئي ٣٠٠٠٠ دالتون طرفها الأميني حمض الجلوتاميك وطرفها الكربوكسيلي حمض الليسين، وهو مقاوم للملح ١٠٪. ومقاوم للحرارة فالمستحضر النقي منه يفقد نشاطه كلية على ١٠٠ °م / ٨٥ د، لذا فبسترة اللبن غير كافية لهدم هذا التوكسين، يحكمه بلازميد وينتج أساساً في نهاية Stationary phase

النوع	خواصه
C1, C2, C3	وجميعها تنتج في نهاية مرحلة الثبات من نمو الميكروب Stationary phase ويحكمها بلازميدات وجميعها مقاوم للملح (١٠٪)، ومقاومة نسبياً للحرارة ٩٠ °م / ٣٠ د، وتختلف هذه المجموعة في وزنها الجزيئي ودرجة i.e.p C1 وزنه الجزيئي ٣٤١٠٠ دالتون، i.e.p ٨,٦ pH C2 وزنه الجزيئي ٣٤٠٠٠ دالتون، i.e.p ٧,٠ pH
D	ينتج في مرحلة النمو اللوغاريتمي للميكروب وبكميا كبيرة ويلى توكسين A في شدة سميته ويحكمه كروموسوم
E	يتكون من سلسلة ببتيديه (٢٣٩ - ٢٦٩ حمض أميني)
F	أقل السموم الثمانية إنتشاراً. وحديثاً أمكن عزل I, H, G والمعلومات عنها محدودة

مصادر العدوى: Sources of infection

يعتبر الإنسان هو المصدر الأول لتلوث اللبن بهذا الميكروب، إذ يوجد الميكروب على الجلد وفي الأنف والجروح، كما أن حيوانات اللبن المصابة بالتهاب الضرع تحمل الميكروب في ضرعها إذ أنه مسئول عن هذا المرض. وعموماً فإن اللبن ومنتجاته واللحوم ومنتجاتها والأسماك والسلطات ومواد حشو المخبوزات من أكثر الأغذية المسببة للتسمم ويحدث التسمم عندما يتواجد الميكروب في الغذاء بمعدل ١٠^٨ خلية / مل أو جم أو أكثر.

المقاومة Resistance

يتحمل نشاطاً مائياً منخفضاً (٠,٨٣ - ٠,٨٦ aw) ويقاوم العديد من المضادات الحيوية مثل البنسلين، ويقضى على الميكروب بتعرض الغذاء لإشعة جاما (٠,٣٧ - ٠,٤٨ Mrad) يتحمل الملوحة ينمو جيداً في ١٠٪ NaCl ونسبياً حتى ١٥٪ NaCl.

أعراض التسمم Symptoms

زيادة إفراز اللعاب - غثيان - قيء - تقلصات في البطن - إسهال وقد يوجد دم ومواد مخاطية في البراز - صداع - تقلصات في العضلات - حمى - عرق - قشعريرة - إجهاد - ضعف النبض - انخفاض ضغط الدم - صعوبة التنفس - الوفاة

نادرة فى هذا التسمم. وتستمر الأعراض ٢٤ - ٤٨ ساعة ونادراً بضعة أيام، وعموماً يشفى المريض بدون مضاعفات.

المناعة Immunity: لانتشأ مناعة عن الإصابة بالميكروب.

مدة الحضانه incubation period: ١ - ٦ ساعات بمتوسط ٣ ساعات وقد تم تسجيل أقصر فترة حضانه (٣٠ د) وأطول فترة (٨ ساعات).

الوقاية والعلاج: prophylaxis

- ١- عزل الحيوانات المصابه بالتهاب الضرع وإستبعاد ألبانها.
- ٢- منع الأشخاص المصابين (عمال - كلافين) من التعامل مع اللبن وكذا المصابين بجروح أو قروح أو خراجات.
- ٣- رغم أن الحرارة كافية للقضاء على الميكروب إلا أنها لا تهدم السم المعوى enterotoxin وعليه يجب معاملة اللبن حرارياً فى بحر ساعات قليلة من إنتاجه، كما يجب التبريد الكافى للبن بعد الإنتاج مباشرة إلى ١٠ °م أو أقل وحفظه لحين بسترته فهذا يعوق من تكاثر البكتريا وبالتالي من إنتاج السم. كما أن سرعة تخمر اللبن من العوامل التى تقلل من فرصة نمو هذا الميكروب وإنتاج السم.
- ٤- فى معظم الحالات لايعطى علاج ماعدا فى الحالات الشديدة حيث يعطى المريض محاليل ملحيه وذلك لإستعادة التوازن الملى ومعالجة الجفاف.

٦- التسمم الغذائى الناتج عن بعض أفراد البكتريا التابعة لعائلة

Enterobacteriaceae

مقدمه:

قد يطلق على هذه العائلة إسم enterobacteria إذ من أفرادها ما يستوطن القناه الهضمية للإنسان والحيوانات الأخرى، ولكن منها أيضاً ما يرتبط بالنباتات والحبوب والتربة والماء، حيث توجد فى صورة بكتريا تعفنيه أو متطفلة أو تعيش معيشة تكافلية. وتتميز أفراد العائلة بأنها سالبه لجرام - عصويه صغيرة - متحركة أو غير

متحركة، تخمر الجلوكوز وتنتج حمض أو حمض وغاز. والأفراد التابعة لهذه العائلة هوائية أو لاهوائية إختيارياً بمعنى أنها:

أ- تحت الظروف الهوائية فإنها تحصل على الطاقة اللازمة لها من المركبات العضوية مثل الكربوهيدرات عن طريق التنفس.

ب- أما تحت الظروف اللاهوائية فإنها تحصل على الطاقة من تخمر السكريات عن طريق glycolytic pathway، وتنقسم التخميرات الناتجة تحت هذه الظروف إلى:

(أ) تخمر حمضى acid fermentation حيث تتخمر السكريات لتعطى حمض البيروفيك فقط.

(ب) تخمر حمضى مختلط: حيث ينحل جزء من حمض البيروفيك ليعطى خليطاً من أحماض عضوية وكحول إيثايل وهيدروجين وثانى أكسيد الكربون فقط mixed acid fermentation.

(ج) تخمر بيوتينى butanediol fermentation: حيث يتكون مركب 2- butanediol 3 بجانب المركبات السابقة فى (ب).

وبجانب الإختبارات الكيموحيوية والفسولوجيه المستخدمه فى تقسيم والتعرف على أجناس هذه العائلة توجد الأختبارات السيرولوجيه seriological tests والتي تستخدم فيها الأنتيجينات للتعرف على أنواع البكتريا، ومن أنتيجينات هذه العائلة:

أ- الأنتيجينات الجسميه (o) antigens: وهى عبارة عن سكريات عديدة polysaccharides توجد على الطبقة الخارجيه لجدار الخلية.

ب- الأنتيجينات الكبسوليه (k) antigens: وهى عبارة عن سكريات عديدة polysaccharides يطلق عليها capsular polysaccharides.

ج- الأنتيجينات السوطيه (H) antigens وهى عبارة عن مواد بروتينية توجد على أسواط الخلية وتسمى أنتيجينات سوطيه flagella proteins.

وتضم هذه العائلة ١٢ جنساً هى Escherchia, Enterobacter, Salmonella, Shigella, Yersinia, Klebsiella, Serratia, Proteus, Hafnia, Citobacter, Ewinia, Eduardsiella.

وجميع الأجناس السابقة عدا الجنس الأخيرين يمكن إعتبارها مرتبطة بالبن ومنتجاته. ويبين الجدول التالى (١٤) أهم الفروق بين الأجناس الثمانية الأولى التابعة لهذه العائلة.

جدول (١٤) أهم الفروق بين الأجناس الثمانية الأولى التابعة لهذه العائلة

أوجه الاختلاف				الجنس
أهم الأنواع وما تسببه من مرض أو عيوب	العائل Habitat	نوع التخمير	نوع العدوى التي ينقلها اللبن	
<i>E. coli</i> : دليل على التلوث بالميكروبات المرضيه - الأسهال الصيفى - إصابة القناة البولية - بعضها تنتج توكسينات معويه	أمعاء الثدييات	M . A	تسمم غذائى حقيقى	Escherchia
<i>S. paratyphi</i> حمى التيفود وباراتيفود <i>S. enteritidis</i> يسبب تسمم غذائى يعرف بأسم <i>Salmonellosis</i> وهو يصيب المعدة والأمعاء ، وهو أقل خطورة من الحمى إلا أنه أكثر إنتشاراً .	أمعاء الثدييات	M . A	عدوى الغذاء - أمراض	Salmonella
<i>S. dysenteriae</i> يسبب <i>Shigellasis</i> (الدوسنتاريا الباسيلية)	أمعاء الثدييات	M . A	عدوى الغذاء	Shigella
<i>Y. enterocolitica</i> أمراض الإسهال - <i>Y. pestis</i> الطاعون	أمعاء الثدييات	M . A	عدوى الغذاء	Yersinia
متطفل على الإنسان والحيوان - يسبب أمراض القناة البولية - إسهال عند الأطفال	أمعاء الثدييات - تربه - ماء	M . A	غير معروف بالضبط	Proteus
<i>K. pneumoniae</i> تعفن الدم خاصة عند الأطفال <i>septicemia</i> أمراض الرئه خاصة عند الذين يعانون من التسمم الكحولى المزمن <i>chronic alcoholism</i>	أمعاء الثدييات - تربه - ماء	B . N	غير معروف بالضبط	Klebsiella

الجنس	أوجه الاختلاف		
	نوع العدوى التي ينقلها اللبن	نوع التخمير	العائل Habitat
Serratia	غير معروف بالضبط	B . N	ماء - غذاء - تربه
Enterobacter	غير معروف بالضبط	B . N	براز
			أهم الأنواع وما تسببه من مرض أو عيوب
			<i>S. marcescens</i> بكتريا تعفنيه - تصيب القناة البولية والتنفسية - تكون صبغات حمراء
			<i>E. aerogenes</i> دليل التلوث - إصابة القناة البولية

M . A : Mixed fermentation

B . N : Butanediol fermentation

ونتناول فيما يلي أهم الأمراض والتسمم الغذائي الناتج عن بعض أفراد البكتريا التابعة للأجناس الأربعة الأولى المذكورة بالجدول.

أ- التسمم الغذائي الناشئ عن بعض الأفراد التابعة لجنس *Escherchia*

مقدمه:

تمثل البكتريا التابعة لهذا الجنس جزءاً من الفلورا الطبيعية في الأمعاء الغليظة في الإنسان والحيوان ومعظم السلالات التابعة لهذا الجنس الموجودة في الأمعاء سلالات غير مرضية، إلا أن بعض السلالات تستطيع أن تسبب عدوى معوية، وعدوى القناة البولية، وبعضها يسبب تسمماً غذائياً وأحياناً تسمماً دموياً، ويلاحظ أن الأنواع المرضية غالباً ما تستوطن الجزء العلوي من القناة الهضمية، بينما الأنواع غير المرضية فغالباً ما تستوطن الجزء السفلي من الأمعاء ومن أنواعها:

E. intermedia , *E. freundii* , *E. coli*

ويعتبر *Escherchia coli* أهم البكتريا التابعة لهذا الجنس وهو أحد أفراد مجموعة الكوليفورم.

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

بكتريا عصوية، فردية، سالبة لجرام، متحركة، غير متجرثمه، النطاق الحرارى لها ١٠ - ٤٠ °م (المثلى ٣٧ °م) ونطاق الأس الأيدروجيني (٤,٥ - ٨,٥) والمثلى (٧)

– ٧,٥ pH)، تنمو على البيئات العادية على حرارة الغرفة ، ويكون النمو مرئياً بعد يومين من الزرع، والبكتريا التى مصدرها حيوانات الدم البارد تنمو على ٣٧-٢٢ °م ولا تنمو على ٤٢-٤٣ °م وتكون عكارة وراسب أسود عند نموها فى مرق اللحم meat broth وتعطى مستعمرات قليلة التحذب رمادية نصف شفافه عند نموها على بيئة أجار ببتون اللحم كما يختلف لون المستعمرات باختلاف البيئة، فهى تعطى مستعمرات حمراء على بيئة ploskirev's medium ومستعمرات حمراء مع لمعان معدنى على بيئة Endo's medium ومستعمرات ذات لون أزرق قاتم على بيئة Leven's.

الخواص التخمرية Fermentation properties

لاتسيل الجيلاتين، تنتج الإندول، H_2S ، تخثر اللبن مع إنتاج حمض وغاز، تختزل النترات إلى نترت، تخمر السكريات مع إنتاج حمض وغاز، فتخمر الجلوكوز، الجالاكتوز، الرامينوز raminose الأرابينوز. الزيلوز Xylose، الليفولوز levulose والمانيتول. وأحياناً تخمر السكروز والرافينوز والجلسرين، وبالنسبة لإنتاج الأندول (+) وأحمر المثل (+)، VP (-) وإستخدام السترات (-).

vp = voges ñ pros kauer reaction

المقاومة: Resistance

يمكنها تحمل الظروف البيئية الخارجيه عدة شهور، تقتل بجميع وسائل التطهير كما يقضى عليها بالحرارة ٥٥ °م / ساعة، ٦٠ °م / ١٠ د. والكشف عنها يستخدم للتعرف على مدى العناية بالتطهير أو التلوث من مصادر برازيه ويعبر عن ذلك بما يعرف بأسم

coli titre: وهو أقل كميته من الماء (المادة الغذائية) المحتويه على خلية واحدة

Coli index: وهو عدد خلايا *E. coli* الموجودة فى لتر أو كجم من المادة الغذائية.

إنتاج التوكسين Toxin production

بعض السلالات المرضيه تكون سموماً داخلية endotoxin وتظهر بعد (٢ يوم)، كما تكون سموماً خارجيه عصبيه غير ثابتة حرارياً تتجمع فى مزارع المرق broth culture بعد ٢ : ٤ أيام ولبعض السلالات خاصيه تحلل الدم haemolytic.

التركيب الأنتيجيني Antigenic structure

يوجد لها ٣ أنواع من الأنتيجينات وهى:

- أنتيجينات جسميه مقاومه للحرارة ويتبعها حوالى ١٦٤ سلالة سيروولوجيه.
- K(Vi) أنتيجينات كبسوليه غير مقاومه للحرارة ويتبعها حوالى ١٠٠ سلالة سيروولوجيه.
- H أنتيجينات الأسواط غير مقاومه للحرارة ويتبعها حوالى ٥٦ سلالة سيروولوجيه.

ميكانيكيه العدوى:

تقسم سلالات *E. coli*: المرضيه المعويه تبعاً لميكانيكيه العدوى إلى:

أ- مجموعة مسئولة عن التسمم بالتوكسين (التسمم المحمول بالغذاء) Food intoxication ويبينها الجدول (١٥) وهذه تشمل:

١- التسمم الإشرىشى المعوى *Entero toxigenic E. coli*

٢- التسمم الإشرىشى الإسهال الدموى *Entero hemorrhagic E. coli*

ب- مجموعة مسئولة عن التسمم بالعدوى (العدوى المحمولة بالغذاء) Food toxic infection ويبينها الجدول (١٦) وهذه تشمل:

١- التسمم الإشرىشى الغزوى *Entero invasive E. coli*

٢- التسمم الإشرىشى المرضى *Entero pathogenic*

جدول (١٥) المجموعة المسئولة عن التسمم بالتوكسين (تسمم غذائى حقيقى) food intoxication

الخاصيه	التسمم الإشرىشى المعوى Enterotoxigenic E. coli (ETEC)	التسمم الإشرىشى الإسهال الدموى Enterohemorrhagic E. coli (EHEC)
المصدر	من أصل حيوانى القنأه الهضميه للحيوانات	غالباً من أصل آدمى، وقد عزل من ألبان حيوانات سليمة وأخرى مصابه بالتهاب الزرع، وينمو على حرارة الصيف مما يسبب إصابة الرضع بالأسهال

الخاصية	التسمم الإيشريشي المعوي Enterotoxigenic E. coli (ETEC)	التسمم الإيشريشي الإسهال الدموي Enterohemorrhagic E. coli (EHEC)
مدة الحضانه والأعراض	١٢-٧٢ ساعة. والأعراض إسهال مائي حاد، ألم في البطن، غثيان أحياناً، ونادراً ما يحدث قيء وتستمر الأعراض ١-٧ أيام حيث يتم الشفاء، أما الأطفال فقد تستمر الأعراض عدة أسابيع مع حدوث جفاف خاصة الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية، له أعراض مثل الكوليرا	٢-١٢ يوم والأعراض إسهال مصحوب بدم غزير، وألم شديد في البطن يشبه الزائدة الدودية، وقد يحدث قيء. وتعرف الحالة بنزيف القولون الدموي (HC) haemorrhagic colitis وقد تستمر الأعراض ٨ أيام، وقد تتطور بعض الحالات (١٠٪) إلى ما يعرف بمرض البول الدموي Uraemic والذي يسبب إضراراً خطيرة للكلية تحتاج فيها لغسل أو زرع كلي
إنتاج التوكسين	ينتج توكسينات معويه enterotoxin مقاومة أو غير مقاومة للحرارة أو الاثنين معاً. ومسئوله عن إسهال الرضع والمسافرين، ويحفز إفرازات الأنسجة المعويه، ومعظم السلالات تنتج كلا النوعين ولكن بعضها ينتج نوعاً واحداً (أنظر الفرق بين نوعي التوكسين)	تنتج توكسينات خلوية cytotoxin واحد أو أكثر من هذه التوكسينات، حيث ترتبط هذه التوكسينات بالجليكوبروتين الموجود على سطح خلايا العائل وتثبط تخليق البروتين مما يؤدي لموت الخلايا، وهي حساسة للحرارة، وتصيب القولون أكثر من الأمعاء الدقيقة، وتسبب نزيف القولون الدموي

أ- التوكسين الغير مقاوم للحرارة (LT) Heat labile

عبارة عن بروتين وزنه الجزيئي (٨٥ × ١٠^٣ D)، غير مقاوم للأحماض، يساعد الميكروب على الارتباط بالخلايا الطلائية المبطنة للأمعاء الدقيقة، ويؤدي لنشاط إنزيم adenylate cyclase مما يؤدي لزيادة مستوى cyclic adenosine monophosphate (CAMP) مما يؤدي لزيادة إفراز الإلكتروليتات وزيادة السوائل في تجويف الأمعاء، وحدوث إسهال غزير وفقد الماء والألكتروليتات.

ب- التوكسين المقاوم للحرارة (ST) Heat stable

عبارة عن معقد من الكربوهيدرات والبروتين، وزنه الجزيئي (٣ × ١٠^٣ D)، مقاوم للأحماض، يساعد البكتريا على الارتباط بالخلايا الطلائية ويؤدي لنشاط إنزيم guanylate cyclase

وبالتالى زيادة cyclic guanosin monophosphate (CGMP) مما يؤدي لزيادة إفراز السوائل فى تجويف الأمعاء، وحدوث إسهال مائى غزير وفقد الماء والإلكتروليئات.

جدول (١٦) المجموعة المسئولة عن التسمم بالعدوى Food toxic n infection

الخاصية	التسمم الإيشريشى الغزوى أو العدوائى المعوى (الإجتياحى) Enteroinvasive E. coli (EIEC)	التسمم الإيشريشى المرضى Enteropathogenic E. coli (EPEC)
ميكانيكية العدوى	تخترق (تغزو) الخلايا الطلائية فى الأمعاء الدقيقة والقولون، وتتكاثر فيها وتسبب موت الخلايا، ولهذا التسمم أعراض مثل الدوسنتاريا	ترتبط بالأغشية المخاطية للأمعاء الدقيقة دون إختراقها، وتسبب اضطرابات فى خلايا الأمعاء وإسهال مائى دموى. ولحدوث هذا التسمم يجب ألا يقل عدد البكتريا عن $10^6 - 10^8$ cfu / جم غذاء

وتتشابه أفراد المجموعة المسئولة عن التسمم بالعدوى مع المسئولة عن التسمم المرضى فى عدم إنتاجها لتوكسينات مقاومه أو غير مقاومه للحرارة. كما تشابه فى مدة الحضانه والأعراض. فمدة الحضانه ١٢ - ٧٢ ساعة. أما الأعراض فهى حمى - قشعريرة - ألآم فى العضلات مغص وإسهال مائى غزير، قد يحدث شفاء تلقائى بعد عدة أيام من العدوى، ما عدا فى الحالات الشديدة من الأسهال حيث يكون المريض فى حاجة إلى محلول جفاف دون حاجة لصور أخرى من العلاج.

مصادر العدوى ببكتريا *E. coli* عامة:

يعتبر التلوث بالبراز أهم مصادر تلوث الغذاء، وقد تكون الماشيه هى مصدر عدوى اللبن، إذ أمكن عزلة السلالة 0157 من براز الماشيه. ويحدث التسمم الغذائى نتيجة التلوث حيث تنمو وتتكاثر عند حفظ الغذاء على حرارة مناسبة لنموها، لذا يراعى حفظ الغذاء على حرارة لا تزيد عن ٧°م، ولا ينتقل الميكروب عن طريق الغذاء (الأمعاء) فقط بل وعن طريق القناة التنفسية (تراب - رذاذ) وتحدث أصابه الأطفال عادة فى السنه الأولى من العمر، وتتوقف حاله المرضيه على ظروف

الجسم، فالأطفال المبتسرون وكذا الأطفال فى الأشهر الأولى من العمر أكثر عرضة للأصابه بالسلالات المرضيه عن غير المرضيه.

المناعة:

عند حدوث الإصابه من سلالة معينه، قد يكتسب الجسم مناعة ضد الأصابه بهذه السلالة، ونظراً لتعدد السلالات السيروولوجيه فإن المناعة الحادته من سلالة معينه لا تمتد من نوع لآخر، لذا فإن إعادة العدوى أمر محتمل.

الوقايه والعلاج: النظافه - تجنب تلوث الغذاء بالمواد البرازيه - حفظ الأغذيه بالتبريد.

ملاحظات: لبعض السلالات غير المرضيه قدرة على أن تضاد antagonistic power سلالات مرضيه وتستخدم هذه الخاصيه كعلاج وإنتاج تحضيرات وقائيه. وللسلالات غير المرضيه كغيرها من بكتريا الأمعاء القدرة على تخليق بعض الفيتامينات (E, K₂, مجموعة V.B) ولبعضها القدرة على إخماد بكتريا السل.

ب - الأمراض والتسمم الغذائى الناشئ عن بعض الأفراد التابعة لجنس *Salmonella*

الخواص العامه لجنس *Salmonella*

١ - الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological and cultivation properties

ميكروب عصوى سالب لجرام متحرك غير متجرثم هوائى أو هوائى إختياري، ينتج H₂S تخمر الجلوكوز والمالتوز والمانيتول مع إنتاج حمض وغاز، ولا تخمر اللاكتوز أو السكروز، لايسيل الجيلاتين، سالب الأكسيديز - سالب الأندول - موجب لأحمر المثيل - سالب vp - موجب إختزال النترات، وموجب للكتاليز.

٢ - المقاومه Resistance

يقاوم الميكروب الظروف البيئيه حيث:

أ- له مدى واسع من الحرارة: فيمكنه النمو على حراري من ٥,١ : ٤٧ °م فهو مقاوم للبرودة ولكن لا يتكاثر على حرارة أقل من ٧,٥ °م والحرارة المثلى ٣٧ °م.

ب- له مدى واسع من pH : من ٤,١ : ٩ والـ pH المثلى ٦,٥ - ٧,٥ وتختلف درجة الـ pH الملائمة تبعاً لنوع الحمض فهي ٥,٤ ، ٤,٤ ، ٤,٠ ، ٤,٠ لأحماض الخليك واللاكتيك والستريك، HCL على التوالي.

ج - يقاوم الميكروب الحرارة العالية نسبياً (٦٠ - ٧٥ °م) وتزداد مقاومه بأنخفاض aw ويمكن للميكروب النجاء من عملية التجفيف بالرذاذ، ويمكن القضاء عليه بحرارة ٦٦ °م / ١٢ د أو ٥٠ - ٥٦ °م / ١٥ - ٦٠ د حيث يقتل حوالي ٩٩٪، ولكن يبقى منه أفراد حيه تنشط مرة أخرى عند حفظ الطعام بعد طهيهِ على درجة حرارة الغرفة، ولا يظهر بالأغذية الملوثة بالسالمونيلا تغيرات حسيه (لون- طعم - رائحه).

د- ثابت نسبياً في التركيز العالي من الملح (٨٪) ولبعض الأحماض فهو يقاوم حمض الخليك لمدة ١٨ ساعة، ويمكن أن يبقى حياً على حرارة الغرفة لمدة ٧٥ - ٨٠ يوماً.

هـ- إلا أن الميكروب يثبط بنترتيت الصوديوم (١٦٠٠ جزء / مليون على pH 6) كما أنه حساس بدرجة كبيرة للأشعة المؤينه، وذلك إذا ما قورن بالميكروبات الأخرى، فالجرعة المؤثرة عليه للتخلص منه أقل من الجرعة المعقمة radappertization (٤٥ - ٥٠ كيلوجراي) وهذه الجرعة لا تؤثر كثيراً على جودة الغذاء بجانب إنخفاض تكلفتها إقتصادياً.

٣- التركيب الأنتيجيني Antigenic structure

يمكن تقسيم جنس Salmonella لأكثر من ألفين ٢٠٠٠ نوع سيرولوجياً منها ما لا يقل عن ١٠٠ نوع توجد بأماكن مختلفه من العالم ومختلفه في خطورتها.

٤- أهم الأنواع التابعة لجنس Salmonella

يمكن تقسيم الأنواع التابعة لجنس Salmonella إلى ثلاثه مجموعات:

أ- مجموعة تصيب الإنسان بصفه رئيسيه ولا تصيب الحيوان *S. typhi*
S. paratyphi, *(S. typhosa)* وتسبب حمى التيفود والباراتيفود للإنسان.

- ب- مجموعة تصيب الحيوان بصفه رئيسيه وتسبب إلتهاب الضرع *S. bovine*.
- ج - مجموعه غير متخصصه: تسبب أمراضاً للإنسان وحيوانات أخرى دون تفضيل.

وعموماً فالعديد من أنواع السالمونيلا وسلاطاتها ممرضه للإنسان و/ أو الحيوان وينشأ عنها فى الإنسان حمى معويه أو تسمم غذائى.

أولاً : الحميات المعويه التى تسببها السالمونيلا Enteric fevers

أ- حمى التيفود Typhoid fever الحمى التيفيه

الميكروب: *Salmonella typhi (typhosa)*

إنتاج التوكسين: Toxin production: يفرز الميكروب توكسين خلوى cytotoxin يسبب أضراراً للأغشيه المخاطيه للأمعاء .

مصادر العدوى Sources of infection:

الماء والأغذيه الملوثة كاللبن ومنتجاته حيث يمكن للميكروب أن يعيش فيها لمدة طويله، المرضى، حاملى الميكروب. وتعتبر القناة الهضميه للإنسان والحيوان أهم مصدر للسالمونيلا، وتنتقل العدوى للجهاز الهضمى حيث يعيش الميكروب فى الأمعاء الدقيقة، وينتقل منها إلى الدم حيث يستقر فى بعض الأعضاء، ويسبب إرتفاعاً فى درجة الحرارة، والميكروب يتطفل على الإنسان وعدد من الحيوانات ويستطيع أن يعيش فى الأيس كريم (-٢٠ °م) لمدة سنتين ولكن يتناقص العدد بدرجة كبيرة.

مدة الحضانه Incubation period: ١- ٣ أسابيع وقد تصل إلى خمس أسابيع تبعاً للجرعه.

أعراض المرض Symptoms:

الإسبوع الأول: رعشه وإرتفاع مفاجئ فى الحرارة - فقد شهيه - صداع.

الإسبوع الثانى: إنتفاخ البطن - إسهال عفن مختلط بالدم - تضخم الطحال - إتساخ اللسان - طفح - هذيان.

الإسبوع الثالث والرابع: هبوط في الحرارة إلى المعدل الطبيعي، وإما يشفى المريض أو ترتفع الحرارة مرة أخرى (نكسه) وتظهر المضاعفات التالية: نزيف معوي – إلتهاب رئوى – إلتهاب العظام – إصابة الكبد والمرارة.

العلاج والوقاية prophylaxis and treatment

التطعيم للأشخاص المعرضين للإصابة أو العدوى، العلاج بالمضادات الحيوية للمرضى.

ب - حمى الباراتيفود paratyphoid fever

الميكروب: *Salmonella paratyphi*

وهذا النوع من الحمى ينتشر بصورة وبائية في آسيا وشمال وجنوب أفريقيا وأمريكا الجنوبية، ويوجد من الميكروب ثلاثة أنواع سيرولوجية A , B , C

- *S. paratyphi* A شائع في اسيا والشرق الأوسط وأفريقيا

- *S. paratyphi* B نسبياً في أوروبا وأمريكا الشمالية.

- *S. paratyphi* C أساساً في المناطق الحارة وشبه الحارة

مصادر العدوى Sources of infection:

مثل التيفود *S. typhi* فيما عدا *S. paratyphi* B فمصدره الإنسان فقط (المريض أو حامل الميكروب) ومن النادر عزله من الحيوانات، تحتاج ١٠° - ١٠° ميكروب / مل لإحداث العدوى.

مدة الحضانه Incubation period : ١ - ١٠ أيام.

أعراض المرض Symptoms: مثل حمى التيفود إلا أن الأعراض والمضاعفات بدرجة أخف.

العلاج والوقاية prophylaxis and treatment: كما في حمى التيفود.

ثانياً: التسمم الغذائى الناتج عن السلمونيلا Salmonellosis

مقدمه

يعتبر ميكروب السلمونيلا مسئولاً عن حالات خطيرة من التسمم الغذائى، إذ يمثل هذا النوع من التسمم (السلمونيلى Salmonellosis) حوالى ٩٠٪ من حالات التسمم فى العالم، ويحدث هذا النوع من التسمم غالباً فى حالات التغذية الجماعية نتيجة تناول أغذية ملوثة بالميكروب.

الميكروب:

ومن الأنواع التابعة لجنس *Salmonella* والمسببه للتسمم الغذائى مايلى:

S.dublin, S. typhimurium, S. thompson, S. heidelberg, S. newport, S. enteritidis, S. choleraesius.

مصادر العدوى Sources of infection:

الروث وقد يكون الميكروب مستوطناً بالضرع، ويعتبر اللبن الخام ومنتجاته مصدراً هاماً للعدوى. فقد حدثت ٥,٠٠٠ حالة تسمم فى المملكة المتحدة عام ١٩٨٦ نتيجة لبن مبستر وقد تم عزل ميكروب *S. typhimurium* من عبوات اللبن التى لم يتم فتحها وكذلك من المصابين ويعتقد أن الميكروب قد يصل إلى اللبن المبستر نتيجة التلوث بلبن خام. كما حدثت حالات تسمم من الجبن تشدر فى كندا عام ١٩٨٤، ومن اللبن المجفف عام ١٩٨٥ فى المملكة المتحدة. ويعتبر البيض غير المطبوخ من أكثر الأغذية الناقلة للسالمونيلا لذا فالأغذية المصنعة بإضافة البيض (ولم تطهى بدرجة كافية) ولم يتم بسترتها مثل الأيس كريم خاصة المصنع منزلياً والجاتوهات المحتويه على القشده والتى لم تطهى بدرجة كافية وكذا القشدة المخفوقه كلها أغذية قد تحتوى على السالمونيلا فى صورة حيه.

إنتاج التوكسين Toxin production:

يفرز الميكروب توكسين معوى بكميات كبيرة فى مرحلة الثبات من مرحلة النمو وأنسب درجة لإفراز التوكسين ٣٧° م والتوكسين مقاوم للحرارة حتى ٧٠° م

ويرجع دور التوكسين في أنه يسبب زيادة في إفراز cyclic adenosine (CAMP) monophosphate والأخير مسئول عن زيادة معدل إفراز السوائل في تجويف الأمعاء عن معدل إمتصاصها وبذلك تتراكم السوائل في الأمعاء وتحدث إسهالاً والسم عبارة عن سم داخلي وهو بروتين مصاحب لجدار الخلية، وتظهر أعراض الإصابة نتيجة تحرر السم من جدار الخلية بفعل pH المعدة المنخفض وإنزيم البروتينيز.

مدة الحضانه Incubation period:

٥ - ٧٢ ساعة وقد تمتد إلى ١٢ يوم.

أعراض المرض Symptoms:

يحدث التسمم في ظرف ساعات قليلة نتيجة هدم كميه كبيرة من الميكروب الماخوذه مع الطعام في القناة الهضمية إذ لحدوث التسمم يجب أن تتواجد أعداد من الخلايا $10^6 - 10^8$ / جم غذاء إذ أن التوكسين الذي تنتجه الميكروب توكسين داخلي endotoxin وليس خارجي exotoxin وتتوقف شدة التسمم الحادث على عوامل منها: سلاله الميكروب وشدة ضراوته، وأعداده ومدى حساسيه المستهلك للتوكسين الذي ينتجه الميكروب. ومن أعراض التسمم غثيان - قيء - آلام في البطن - إسهال مفاجئ مائي كريه الرائحه - صداع وبرودة - إجهاد وضعف العضلات وعادة تظل الأعراض ٢ - ٣ أيام يعقبها شفاء دون مضاعفات، أما في الحالات الشديدة فقد تحدث مضاعفات مثل الفشل الكلوى ولكن بنسبه قليله، وحوالى ٠,٢ - ٥% من المصابين قد يصبحون حاملين للميكروب، وقد تحدث وفاه خلال ٢ - ٦ أيام وتختلف معدلات الوفاه باختلاف السن والساله:

أ- أقل من سنه ٦%، ب- ١ - ٥ سنوات ٢%، ج- أكثر من ٥ سنوات ١٥%

كما أن معدل الوفيات يصل ٢١% في حالة الإصابة بميكروب *S. choleraesuis*، ٢٥% في حالة الإصابة بميكروب *S. dublin*.

٦- الوقايه والعلاج

- ١- معالجة المياه المستخدمه.
- ٢- عدم السماح للمصابين بالتعامل مع اللبن ومنتجاته.

- ٣- العناية بالنظافة الشخصية.
- ٤- الكشف الدورى على المتعاملين بتصنيع الغذاء المعد للإستهلاك العام.
- ٥- عزل الأفراد المصابين.
- ٦- إتباع الإشتراطات الصحيه بحزم فى أماكن التصنيع والتخزين.
- ٧- العلاج بالمضادات الحيويه فى الحالات الشديدة للعدوى فى عائلة المريض وتبريد اللبن جيداً ومعاملته بالحرارة، ومنع تلوثه بعد المعامله الحراريه، وحفظ اللبن ومنتجاته على حرارة أقل من معدل النمو. ويبين الجدول (١٧) مقارنة بين الأمراض والتسمم السلمونيلى الناتجين عن بكتريا *Salmonella*.

جدول (١٧) مقارنة بين الأمراض الناجمة عن بكتريا *Salmonella* والتسمم السلمونيلى
Salmonellosis

الميكروب	Typhoid & paratyphoid الأمراض	التسمم الغذائى Salmonellosis
	<i>S. typhi</i> , <i>S. paratyphi</i>	<i>S. typhimurium</i> , <i>S. enteritidis</i>
مصادر العدوى	الإنسان والحيوان بصورة مباشرة أو غير مباشرة ويعتبر الميكروب متطفلاً على الإنسان وعدد من الحيوانات، وغالباً ما يكون أعداد البكتريا الملوثة للغذاء منخفضه والبكتريا لا تنمو ولا تتكاثر بالغذاء ولكن يشترط أن يكون الغذاء مناسباً لبقاء البكتريا حيه، وأن يكون لها القدرة على الحياه فى القناة الهضميه ومهاجمه العائل ويوجد الميكروب بالدم	الروث أو من السلمونيليا المستوطنه فى الضرع حيث تنمو وتتكاثر فى الغذاء ولكى تحدث التسمم لابد من وجود أعداد كبيرة ١٠ ^٥ - ١٠ ^{١٠} / جم فى الغذاء قبل تناوله ورغم زيادة أعداد البكتريا فى الغذاء فإنها لا تحدث تغيراً ملحوظاً فى خواص الغذاء الحسيه (مظهر - طعم - رائحه) ولا يوجد الميكروب فى الدم ولكن يستوطن القناة الهضميه للعائل
التوكسين	تفرز البكتريا توكسين خلوى cytotoxin يسبب أضراراً بالغه للأغشيه المخاطيه للأمعاء، وينتقل منها إلى الدم ليستقر فى بعض الأعضاء	تفرز توكسين معوى enterotoxin يشجع على زيادة CAMP والمسئول عن زيادة معدل إفراز السوائل فى تجويف الأمعاء عن معدل إمتصاصها مما يؤدى إلى تراكمها فى الأمعاء وحدوث الإسهال
مدة الحضانه	١ - ٣ أسبوع فى التيفود ١ - ١٠ أيام فى الباراتيفود	قصيرة ٥ - ٧٢ ساعه

الميكروب	Typhoid & paratyphoid الأمراض	التسمم الغذائي Salmonellosis
	<i>S. typhi</i> , <i>S. paratyphi</i>	<i>S. typhimurium</i> , <i>S. enteritidis</i>
المقاومه	يمكنها أن تعيش في الثلج عدة أشهر، وفي التربة الملوثة ببراز وبول المرضى ١-٣ أشهر، وفي الماء لعدة أسابيع وفي الخضروات والفاكهه ٥ - ١٠ أيام، حساسه للحرارة تموت على ٥٦°م في ٤٥ - ٦٠ د، كما تموت في ظرف دقائق عند تعرضها للمحاليل المطهرة، إحتواء الماء على كلورين ٠,٥ : ١ مجم / لتر يعطى حمايه من البكتريا	تقاوم الحرارة نسبياً (٦٠ - ٧٥°م) كما تقاوم التركيزات العاليه من الملح وبعض الأحماض ويمكن أن تبقى في محلول ٨ - ١٠٪ حمض خليك لمدة ١٨ ساعة وتبقى حيه ٧٥ - ٨٠ يوم في حرارة الغرفة، ويبقى سمها الداخلي نشطاً في قطع اللحم الكبيرة لمدة طويله (حتى بعد طهيها ويلاحظ أن الأطعمة الملوثة بالبكتريا لا يحدث بها أى تغيرات حسيه (لون - رائحه - طعم)

ج - الأمراض والتسمم الغذائي الناشئ عن بعض أنواع البكتريا التابعة لجنس *Shigella*

مقدمه:

ينشأ عن تلوث الغذاء الملوث ببعض أنواع البكتريا التابعة لجنس *Shigella* حدوث تسمم غذائي يسمى التسمم الغذائي الشيجيللى *Shigellosis*.

ويعتبر هذا النوع من أسرع الأمراض عدوى، ويكثر إنتشاره بين الأطفال خاصة الرضع (سنه أو أكثر قليلاً) ويعرف باسم الدوسنتاريا (الزحار) الباسيلي bacillary dysentery or enteron colitis وهو يصيب الأمعاء الغليظه بصفه رئيسيه ونادر الحدوث في غير الجهاز الهضمي.

الخواص المورفولوجية Morphological

بكتريا عصويه - سالبه لصبغة جرام - غير متجثرم - ليس لها أسواط (غير متحرك) وهذا مايفرق بينه وبين بكتريا التيفود والباراتيفود وغير مخمر للاكتوز وموجب للكتاليز.

الخواص المزرعية Cultural

لاهوائى إختيارى، الـ pH المثلى 6,7 - 7,2، المدى الحرارى 10 - 40 °م والحرارة المثلى 37 °م ولاينمو على 45 °م يعطى مستعمرات صغيرة (1 - 1,5 مم) نصف شفافه مثل بكتريا التيفود، ويكون عكارة فى بيئة مرق اللحم.

الخواص التخمرية Fermentation

يخمر الجلوكوز مع إنتاج الحمض، ولايخمر اللاكتوز ولايسيل الجيلاتين ولكن يحلل النترات والبروتين دون إنتاج H_2S .

المقاومة Resistance

يمكنه البقاء فى البيئه (تربه - ماء - أطعمه) لمدة 5 - 10 أيام ، يموت بتعرضه لضوء الشمس أو محلول 1٪ فينول فى ظرف 30 د، كما يموت بالمعامله بمحاليل الكلورامين، كلوريد الكالسيوم. غير مقاوم للحرارة فيموت على 60 °م / 10 د، قد يكتسب مقاومه للمضادات الحيويه والأشعه المتأينه فبعضها يتحمل حتى مليون راد والأنواع التى تعرض للأشعاع يكون معدل نموها 33٪ من الأنواع العاديه.

أهم الأنواع التابعه للجنس والمسئوله عن التسمم

أ- *Sh. sonnei*: رغم أنه أكثر الأنواع شيوعاً (يسبب 70٪ من حالات التسمم) إلا أنه أقل ضراوة إذ يسبب إسهالاً متوسطاً أو معتدلاً دون حمى ويقاوم التبريد - 20 °م / 60 يوم.

ب- *Sh. flexneri*: مسئول عن حالات أشد خطورة ويسبب حوالى 25٪ من حالات التسمم ويقاوم التبريد - 20 °م / 120 يوم.

ج- *Sh. boydii*: مسئول عن حالات شديدة الخطورة.

د- *Sh. dysenteriae*: أشد الأنواع ضراوة (خطورة).

مصادر العدوى

نادراً ما يكون الحيوان مصدراً للعدوى، فالمصدر الأساسى للعدوى هو الإنسان المريض أو حاملى العدوى وكذا الأشخاص المصابين بالدوسنتاريا الحادة أو المزمنه،

ويحدث التلوث من برازهم. كما تعتبر الأغذية مرتفعة الرطوبة كاللبن ومنتجاته من مصادر العدوى ويتلوث اللبن عادة من المعدات والمياه والذباب، وقد ظهرت حالات تسمم من تناول لبن غير مبستر، ويعتبر *Sh. sonnei*, *Sh. dysenteriae* أكثر الأنواع إنتشاراً، وتتكاثر في اللبن على حرارة ١٥ °م فأعلى، ويزداد معدل التكاثر وكذا حيويته الميكروب في اللبن المبستر (بعد تلوثه) عن اللبن الخام وذلك نظراً لغياب الميكروبات المنافسة.

إنتاج التوكسين Toxin production

تنتج توكسين خارجي exotoxin وهو توكسين معوي يسمى Shiga toxin وهو مادة بروتينية وزنه الجزيئي ٥٠,٠٠٠ - ٧٠,٠٠٠ دالتون والتوكسين غير مقاوم للحرارة يتلف على ٩٠ °م / ٣٠ د، ويرتبط التوكسين بالجليكوبروتين الموجود على سطح خلايا العائل ويثبط من تخليق البروتين نتيجة إتلاف الريبوسوم مما يؤدي إلى موت الخلايا cytotoxin. كما يؤثر التوكسين على الجهاز العصبي والغشاء المخاطي للأمعاء مما يحفز إفرازات الأنسجة المعوية:

cyclic adenosine monophosphate, (CAMP, CGMP) cyclic guanosine monophosphate.

مما يؤدي إلى تراكم السوائل في تجويف الأمعاء وحدوث الإسهال، وقد أمكن إستخلاص هذا التوكسين exotoxin من المزارع القديمة للميكروب وذلك بإستخدام حمض ثالث كلوريد الخليك. وبحقن هذا السم في وريد الأرنب فإنه يسبب شلل الأطراف الخلفية والأسهال وإنهيار صحة الحيوان. ويقال أن بعض السلالات تنتج سمّاً داخلياً endotoxin.

طريقة العدوى والإصابه Sources of infection

تحدث العدوى عن طريق الفم بتناول الأغذية الملوثة، ورغم أن الجرعة الفعالة المسببة للعدوى منخفضة ١٠٠ خلية أو أقل إلا أن للبكتريا المقدرة على التكاثر في تجويف القناة الهضمية في الغشاء المخاطي للأمعاء الدقيقة والقولون وكذا في الطبقة تحت المخاطية. ونتيجة غزو الميكروب لهذه الأغشية يحدث أن تتسرب خلايا الدم الحمراء إلى تجويف الأمعاء مما يؤدي إلى حدوث براز دموي، ويلاحظ أنه من النادر

أن تصل البكتريا إلى الدم. ولكن يحدث التسمم نتيجة إمتصاص السم خلال الأغشية المخاطية فى الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة والقولون.

مدة الحضانه والمناعه Incubation period and immunity

تتراوح فترة الحضانه ١٢ - ٥٠ ساعه وتتراوح مدة المرض ٣ - ١٤ يوم وقد يستمر المريض حاملاً للميكروب ١ - ٢ سنه ويلاحظ أن المناعه التى يكتسبها الشخص السابق إصابته بالميكروب مناعه ضعيفه ولمدة قصيرة ، لذا قد يحدث المرض عدة مرات وقد يكون مزمناً.

أعراض الإصابة Symptoms

تتراوح أعراض الإصابة من دوسنتاريا خفيفه إلى شديدة تظهر فجأة مع مغص وقئ وميل متواصل للتبرز مع كميات قليلة من البراز المختلط بالدم والصدید والمخاط، وإرتفاع الحرارة (٤٠ م°) خاصة عند الأطفال، ويشعر المصاب بالصداع والغثيان والضعف، وعادة ما يتم الشفاء بدون علاج فى ظرف ١ - ٢ أسبوع إلا أنه عند الأطفال وكبار السن والضعفاء قد يتطور إلى جفاف ووفاة ما لم يتم العلاج.

العلاج Treatment

بإعطاء المضادات الحيوية المناسبه، وإستخدام محاليل الجفاف لتعويض السوائل والأملاح المفقودة والعنايه بإعطاء أغذيه عاليه الطاقه غنيه بالفيتامينات مما يساعد على سرعة الشفاء وزيادة المناعة.

الوقايه Prophylaxis

- ١- سرعة التعرف وتشخيص المرض وعزل ومعالجة المرضى بالمضادات الحيوية. وعند إنتشار المرض يفضل إعطاء لقاح خاص للمسافرين.
- ٢- إتخاذ الإجراءات الصحيه كمعاملة المياه بالكور وإتخاذ الاحتياطات اللازمه للصرف الصحى الآمن، وكذا إتخاذ الإجراءات الصحيه فى معامل البسترة وأماكن بيع التجزئه للبن ومنتجاته ومنع جميع المخالطين للمرضى من علاقتهم باللبن وأدواته.

د - الأمراض والتسمم الغذائي الناشئ عن بعض أنواع البكتيريا التابعة لجنس

Yersinia

مقدمه:

رغم انخفاض العدد الكلى للبكتيريا في اللبن في السنوات الأخيرة نتيجة تحسن ظروف الإنتاج وإتباع وسائل التبريد إلا أن ذلك صاحبه زيادة ملحوظة في أعداد البكتيريا المقاومة للبرودة (Psychrotrophic) cold - tolerant نتيجة حفظ اللبن على حرارة منخفضة بمجرد إنتاجه بالمزرعة وحتى نقله للمصنع. وقد لفتت بعض هذه البكتيريا أنظار العلماء لما تسببه من خطورة، ومن هذه البكتيريا أنواع تابعة لجنس Yersinia تسبب نوعاً من التسمم الغذائي يعرف بأسم التسمم اليرسيني Yersinosis.

الأنواع التابعة لجنس Yersinia

تبلغ الأنواع التابعة لهذا الجنس إحدى عشر نوعاً منها:

Y. enterocolitica , *Y. kristensenii* , *Y. frederiksenii* , *Y. intermedia* , *Y. berciveri* , *Y. mollaretii* , *Y. pseudotuberculosis* , *Y. pestis*, *Y. ruckerii*

ويعتبر *Y. enterocolitica* أهم أنواع هذا الجنس فهو يمثل ٨١٪ من الأنواع المعزولة من الإنسان المصاب ويعتبر الخنزير هو المصدر الرئيسى لهذا الميكروب، إذ يوجد ضمن الفلورا الطبيعية في تجويف الفم للحيوان السليم وقناته الهضمية، وتكثر الإصابة منه بطريقة وبائية نتيجة تناول لحم الخنزير دون طهي كما يوجد في الجو المحيط بمعامل الألبان ويعتبر من أكثر الميكروبات المعوية إنتشاراً.

وقد تم التعرف على الميكروب سنة ١٩٣٩ وكان يسمى *Bacterium enterocoliticum* وسمى فيما بعد *Yersinia enterocolitica* لمكتشفه العالم الفرنسي A. J. E. Yersin وبدأ الإهتمام بهذا الميكروب في أواخر الستينات وأوائل السبعينات نظراً لزيادة الحالات المرضية الناشئة عنه (التسمم اليرسيني Yersinosis) في أنحاء العالم كما يتضح من الجدول (١٨).

جدول (١٨) الحالات الوبائية الناشئة عن *Y. enterocolitica* فى الفترة من ١٩٦٥ - ١٩٩٠

السنة	الحالات الوبائية (تسمم يرسينى) ومكان حدوثها
١٩٦٥	٢٣ حالة تسمم يرسينى على مستوى العالم
١٩٧٤	٤٠٠ حالة تسمم يرسينى على مستوى العالم
١٩٧٦	٢٢٠ حالة تسمم يرسينى فى ولاية نيويورك ومعظمهم من أطفال المدارس نتيجة شرب لبن الشيكولاته
١٩٧٩	٢٠٠٠ حالة تسمم يرسينى حدثت بمدينة واحدة بالدنمارك
١٩٨١	٨٧ حالة تسمم يرسينى حدثت فى وشنطن (أصاب ٢٠ شخص من سن ٢ شهر إلى ٧٤ سنة نتيجة تناول خثرة فول صويا tofu وكان مصدر التلوث هو الماء المستخدم فى تحضير هذه الخثرة وكان للسلاسله (الميكروب) المعزوله من المصابين أثر مميت على الفئران.
١٩٨٢	١٧٢ حالة تسمم يرسينى فى الولايات المتحدة نقلت إلى المستشفى.
١٩٩٠	ظهرت حالات تسمم يرسينى وبائى فى جورجيا لتناول سجن الخنزير.

مصادر العدوى Sources of infection

عزل الميكروب من اللبن الخام فى أنحاء عدة من العالم حيث وجد أن ١٠ - ٨٠% من العينات التى تم فحصها تحتوى هذا الميكروب، كما عزل من اللحوم والدواجن والخضروات والبيض والمصدر الأساسى هو التلوث بالبراز والمياه، كما عزل من منتجات لبنه منها اللبن المجفف والأيس كريم والقشدة والجبن خاصة المصنعه من لبن خام وغير المسواه.

الخواص المورفولوجية Morphological properties

ميكروب عصوى أو كروى صغير (٠,٥ : ١ × ١ : ٢ um) سالب لجرام - غير متجراثم - لا يكون كبسولات تتعدد صور الميكروب تبعاً للبيئة ودرجة الحرارة ما بين الكروى أو العصوى سواء فى صورة فردية أو سلاسل أو خليط من هذه الصور.

الخواص المزراعية Cultural

يكون مستعمرات صغيرة على بيئة الأجار المغذى قطر المستعمرة ١ مم عند النمو على ٢٥ م°، وفى سن الدبوس pin point عند النمو على ٣٧ م°، وله نطاق

واسع من الحرارة (- ٢ : ٤٥ °م) والمثلى (٢٢ - ٢٩ °م) وبعضها ينمو على صفر: ٤ °م وهو متحرك على حرارة أقل من ٣٠ °م وليس متحرك عند ٣٧ °م، وللميكروب مدى واسع من الـ pH ٤,٥ - ٩ والمثلى من ٧ - ٨.

المقاومة Resistance

مقاوم للبرودة والتجميد (- ١٨ °م / ٩٠ يوم) ونظراً لمقاومته للبرودة فهو يمثل خطورة صحيحة في الأغذية المبردة ويمكن أن يتحمل ملوحيه (٧٪ ملح طعام)، ولكن يقضى عليه بالبسترة وكذا بالتسخين ٦٠ °م / ٣ - ١ د ولكن يمكن للخلايا المشوهة نتيجة عملية البسترة أن تستعيد نشاطها بعد ١٠ أيام من التخزين في الثلاجه (١٠ °م) ونظراً لأن المدة المسموح بها في حفظ اللبن المبستر تقل عن ١٠ أيام لذا فإن الخلايا المشوهة لاخطر منها عند تخزين اللبن المبستر في الثلاجه إذ لايمكنها أن تستعيد نشاطها في المدة المصرح بها لحفظ اللبن المبستر، وينخفض عددها في اللبن الزبادى إذا حدث له تلوث بعد التصنيع وذلك بتخزين الزبادى لمدة ٣ - ٤ أيام تبعاً لنوع البادئ المستخدم في تحضيره وبعد ٦ أيام في لبن الأسيدوفلس ويفسر انخفاض أعداد *Y. enterocolitica* إذا لوثت الألبان المتخمرة بعد تصنيعها على قدرة بكتريا حمض اللاكتيك المستخدمه في صناعة هذه الألبان على تثبيط هذه البكتريا (*Y. enterocolitica*) لما تنتجه بكتريا البادئ من أحماض عضويه، وبكتريوسينات، H_2O_2 ، كحول إيثايل بجانب خفض pH.

الخواص التخمرية Fermentation يبينها جدول (١٩)

جدول (١٩) الخواص التخمرية لبكتريا *Y. enterocolitica*

الاختبار	النتيجه	الاختبار	النتيجه
VP (voges ñ proskauer reaction)	+	Oxidase activity	-
Urease	+	Arginine dihydrolase	-
Triple sugar iron test	+	Lysine decarboxylase	-
Sucrose fermentation	+	Rhamnose fermentation	-
Maltose fermentation	+	Rafifinose fermentation	-

إنتاج التوكسين Toxin production

١- ينتج الميكروب توكسين معوى enterotoxin، ويسود هذا فى السلالات المرضية clinical والسلالات المنتجة للتوكسين تنتج بكميات ملموسة عند نموها فى بيئة pH ٧ - ٨ ولأكثر من ٢٤ ساعة وعلى ٢٥ °م وليس على ٣٧ °م أو ٤ °م، وفى البيئة الصناعية يتحسن إنتاج التوكسين بالتهويه ويثبط بالتركيز المرتفع من الحديد، وللميكروب القدرة على إنتاج التوكسين فى الغذاء الملوث، وكذا فى أنسجة الجسم عند غزو الميكروب لها، كما يمكن فصل التوكسين من البيئة الصناعية وكذا الغذاء الملوث، ويعطى التوكسين المفصول إختباراً موجباً للفئران الرضيعة. ومن خواص هذا التوكسين.

أ- توكسين معوى مقاوم للحرارة (ST) heat stable enterotoxin يتحمل ١٢١ °م / ٣٠ د.

ب- مقاوم للـ pH من ١ : ١١ ولحموضة المعدة.

ج - مقاوم للتخزين ٤ °م / ٧ شهور والعمليات التصنيعية العادية والتحلل بإنزيمات البروتينيز والليباز.

د - يذوب فى الميثانول وينشط إنزيم guanylate cyclase.

مما يساعد على إفراز cyclic guanosine monophosphate (CGMP) الذى له دور فى حدوث الإسهال.

ويوجد من هذا التوكسين نوعان تبعاً لنقطة التعادل الكهربائى i. e. p والوزن الجزيئى: الأول ST-1 نقطة تعادله ٣,٩ ووزنه الجزيئى ٢ × ١٠^٣ دالتون والثانى ST-2 نقطة تعادله ٣,٠ ووزنه الجزيئى ٥ × ١٠^٣ دالتون.

٢- ولكن يبدو أن التوكسين المعوى الذى تفرزه ليس ضرورياً لإحداث الضرر بالإنسان إذ وجد أن بعض السلالات المرضية تنتج ST بينما البعض الآخر لاينتجه. ويرجع الضرر فى الحالة الأخيرة إلى إنتاج الميكروب إنزيماً خارجياً extracellular يعرف بإنزيم C phospholipase فقد أمكن لسلاله معزولة من لبن جاموسى خام عند نموها على ٢٢ °م أو ٣٧ °م إنتاج هذا الإنزيم، وكان أقصى إنتاج عند pH ٥ - ٨,٥، حرارة ٣٧ °م وعندما كان الميكروب فى طور الثبات stationary phase وقد أمكن تنقية الإنزيم جزئياً بكبريتات الأمونيوم (NH₄)₂SO₄ والترشيح خلال سيفادكس ١٠٠ والإنزيم النقى يفقد نشاطه على ٧٠ °م.

أعراض الإصابة Symptoms

١- ألم شديد يشبه أعراض الزائدة الدودية وتعرف بأسم أعراض الزائدة الدودية الكاذبة.

٢- إسهال ويعزى الإسهال إلى أن الميكروب يفرز توكسين معوى داخل الأنسجة التي يغزوها، يعمل هذا التوكسين بجانب التوكسين الواصل مع الغذاء إلى تنشيط إنزيم guanylate cyclase

وبالتالى زيادة مستوى cyclic guanosine monophosphate (CGMP) مما يؤدي لزيادة إفراز السوائل في تجويف الأمعاء وحدوث الإسهال المائي الغزير.

٣- فى الإصابات الشديدة تحدث حمى وإلتهاب الأغشية الليمفاوية lymphadenitis والمفاصل arthritis والأمعاء gastroenteritis والمساريقا mesentric وأغشية القلب، كما قد تتكون خراجات abscesses فى الكبد والطحال، وقد يحدث إتهاب للجلد erythema

وأحياناً العيون eye infection وعرض سرجرين Srogren's syndrom وهو مرض يصيب السيدات متوسطات العمر ويشمل إتهاب قرنية وملتحمة العين والبلعوم والمفاصل وجفاف الحلق

وعموماً تختلف أعراض الإصابة وشدها باختلاف السلالة، والجرعه وعمر وظروف العائل وعوامله الوراثية، فالأطفال أكثر حساسية للأصابة خاصة فى العام الأول من عمرهم إذ قد يصابوا بما يعرف بتعفن الدم septicemia. كما أن الإسهال وإلتهاب المفاصل أكثر الأعراض عند المصابين ما بين سن ٢٠ - ٦٠ سنة، أما إتهاب الجلد فهو أكثر الأعراض عند الأشخاص الذين عمرهم يزيد عن ٦٠ سنة.

ملحوظة: ينتج عن الإصابة تكوين أجسام مضادة قوية بمصل المصاب يعتمد عليه فى التشخيص المعملى بطريقة ELISA.

مدة الحضانه: ٢ - ٣ أيام.

الوقايه: تجنب التلوث بالبراز - منع الحاملين للميكروب من التعامل مع اللبن ومنتجاته - إتباع الوسائل الصحيه السليمه.

٧- الأمراض والتسمم الناتج عن بعض أفراد البكتريا التابعة لعائلة *Brucellaceae*

خواص العائلة:

أفرادها عبارة عن خلايا صغيرة تتراوح بين الكروى إلى العصوى، سالبه لجرام، توجد منفردة أو فى أزواج أو سلاسل قصيرة أو مجموعات، متحركة أو غير متحركة، تنتج عدة أنواع من المستعمرات (النمو) فى البيئة السائلة تتراوح بين الناعمه إلى الخشنه إلى المخاطيه. بعض أنواعها تغزو الأنسجه فتحدث العدوى عن طريق نفاذ الميكروب للأغشيه المخاطيه أو الجلد، ووجود CO_2 يشجع نموها.

وتحتوى العائلة عدة أجناس منها *Brucella* , *Pasteurella* , *Bordetella* ويعتبر جنس *Brucella* من أهم الأجناس لما يسببه بعض أفراده من مرض *Brucellosis*.

جنس *Brucella* ومرض البروسيلة *Brucellosis*

البكتريا المسببه *Causative organisms*

يبين الجدول التالى (٢٠) أهم أنواع بكتريا *Brucella* المسببه لمرض *Brucellosis* وبعض خواصها والمرض الناتج عن الإصابه بهذه البكتريا يسمى فى الحيوان بأسم الإجهاض المعدى أو السارى أو مرض بانج *Bang's or contagious abortion disease* وعندما يصاب الإنسان عن طريق الحيوان يسمى المرض بالحمى المتموجه *undulant fever* أو الحمى المالطيه *malta fever*، أو حمى البحر الأبيض المتوسط *mediteranean sea fever*.

ومن أهم الأنواع المسببه لهذه الأمراض *Br. melitensis* , *Br. suis* , *Br. abortus* إذ تستطيع هذه الأنواع بجانب إصابتها لبعض الحيوانات أن تصيب الإنسان حيث تفرز فى ألبان الحيوانات المصابه، وقد وجد أن أخطرها للإنسان *Br. melitensis*، والذى ينتقل إلى الإنسان عادة من الماعز الموجود فى الأقطار المحيطة بالبحر المتوسط وفى جنوب أفريقيا والهند والصين، ويعتبر من الأمراض المهنيه التى تصيب الأطباء البيطريين والمزارعين وعمال المجازر وهو من الأمراض التى يجب التبليغ عنها للسلطات الصحيه.

الخواص المورفولوجية والمزرعية Morphological

بكتريا عصوية قصيرة أو بيضاوية ellipsoidal، توجد فرديه وأحياناً فى أزواج أو مجاميع صغيرة أو سلاسل قصيرة هوائيه. لكن كثيراً من السلالات تحتاج لنموها جواً يحتوى ٥ - ١٠ % CO₂، وفى البيئات الصلبه يمكن رؤية المستعمرات بعد يومين من التحضين وبعد ٤ أيام تكون المستعمرات مستديرة ١ - ٢ مم ذات حواف شفافة ناعمة محدبه بيضاء (لؤلؤ) أو لون عسلى ويغمق اللون بقدّم المزرعه. وفى المزارع السائله يكون النمو ضعيفاً مالم ترج المزرعه ويكون النموات ناعمة smooth فى البداية وتتغير عند إعادة التجديد subculture إلى خشنه rough وأحياناً مخاطية mucoid.

جدول (٢٠) أهم أنواع بكتريا Brucella المسببه لمرض Brucellosis وبعض خواصها

النوع	الشكل المورفولوجى للمستعمرات	نشاط الأكسيديز	نشاط اليوريز	متطلبات CO ₂	إنتاج H ₂ S	الحساسية للصبغات		العائل
						الفوكسين القاعى	التونين	
Br. abortus	ناعم	+	+	أو -	+	+	+	يصيب اساساً الماشيه ويمكن أن يصيب الجاموس والماعز والغنم والجمال والإنسان والحيوان
Br. suis	ناعم	+	+	-	-	-	+	يصيب مدى واسع من العوائل عن الأنواع الأخرى
Br. melitensis	ناعم	+	+	-	-	+	+	شديد العدوى للغنم والماعز والماشيه وهو أكثر الأنواع إصابه للإنسان
Br. neotomae	ناعم	-	+	-	+	-	-	يصيب فقط الفئران البريه desert wood rat
Br. ovis	خشن	-	-	-	-	-	+	يصيب الغنم فقط ولا يصيب حيوانات أخرى وكذا لا يصيب الإنسان

النوع	الشكل المورفولوجي للمستعمرات	نشاط الأكسيديز	نشاط اليوريز	متطلبات CO ₂	إنتاج H ₂ S	الحساسية للصبغات		العائل
						الفوكسين القاعدي	الثيونين	
Br. canis	خشن	+	+	-	-	-	+	يسبب التهاب الخصيه في ذكور الكلاب والإجهاض والتهاب الرحم في إناث الكلاب ولم يشر إليه في حيوانات أخرى

الخواص المزرعية Cultural

الحرارة المثلى ٣٦ - ٣٨ °م، ولكن معظم السلالات يمكنها النمو في مدى ٢٠ - ٤٠ °م والـ pH ٦,٦ - ٧,٤ والمثلى ٦,٨ الميكروب سالب لجرام غير متجراثم وغير متحرك لا يخمر اللاكتوز ولا يكون غاز من الكربوهيدرات ولا يسيل الجيلاتين ويحلل اليوريا.

المقاومة Resistance

لهذه الميكروبات القدرة على مقاومة الظروف البيئية القاسية فيمكن أن تبقى عدة شهور في التربة وفي البراز ومياه الصرف والسماذ والمعدات والملابس، كما يمكنها مقاومة الجفاف وتطول مدة بقائها في الحرارة المنخفضة خاصة التجميد فهي تستطيع البقاء في الأيس كريم عدة سنوات. والبكتريا حساسه لحد ما للأشعة المؤينة ionizing radiation فتقتل بجرعات التعقيم العادية من الأشعة كما تقتل ببعض المطهرات مثل الفينول ١٠ جم / لتر، الفورمالهيد، الزيلين ١ مل / لتر يعامل بها الأيدي وبعض أجزاء الحيوان. وتقل قدرة هذه المواد المطهرة بوجود المواد العضويه وإنخفاض درجة الحرارة. والميكروب حساس لبعض الصبغات مثل basic fuchsin, thionin ويستخدم

ذلك كإختبار روتيني للتعرف على الميكروب، كما أنه حساس للعديد من المضادات الحيوية مثل:

Tetracyclins, rifampin, gentamicin, kanamycin, erthromycin, ampicillin, streptomycin, chloramphenicol,

والبكتيريا حساسه للفاج phage إذ يوجد أكثر من ٤٠ نوع من الفاج متخصصه في تحلل *Brucella spp*.

ولا يتكاثر الميكروب في اللبن ويتحمل الحموضة الطبيعية وينتقل إلى المنتجات اللبنية مثل الزبد والجبن الطري والمثلجات اللبنيه التي تصنع من لبن غير معاملة حرارياً فقد أثبتت بعض الدراسات (Chapman & Sharpe, 1981) أن الميكروب يعيش أثناء تصنيع الجبن ويبقى حياً لعدة شهور، كما أن زيادة الحموضة تمنع نموه ولكن من المحتمل ألا تقضى عليه كلية لأيام عديدة. كما وجد أن المعاملة الحرارية وزيادة الحموضة والتسوية للجبن تمنع نمو الميكروب الموجود بها خاصة إذا تم تخزينها لمدة ثلاثة شهور على الأقل ولكن لايعتمد على ذلك. وتتوقف مدة بقاء البكتيريا في المنتج اللبني باختلاف نوع الميكروب ونوع وعمر المنتج ودرجة الحرارة ، pH والرطوبة وظروف التخزين (جدول ٢١).

جدول (٢١) مدة بقاء البكتيريا في بعض المنتجات اللبنيه (*Brucella*)

المنتج اللبني	نوع الميكروب	مدة البقاء	الحرارة م	pH	المنتج اللبني	نوع الميكروب	مدة البقاء
لبن	<i>Br. Abortus</i>	٥ - ١٥ ث	٧١,٧		أنواع مختلفة من الجبن	<i>Br. abortus</i>	٥٧ - ٦ يوم
	<i>Br. abortus</i>	٢٤ ساعة	٣٧ - ٢٥	٤	أنواع مختلفة من الجبن	<i>Br. melitensis</i>	١٥ - ١٠٠ يوم
	<i>Br. abortus</i>	١٨ شهر	صفر		فيتا	<i>Br. melitensis</i>	١٦ - ٤ يوم
قشدة	<i>Br. abortus</i>	٦ أسابيع	٤		ركفور	<i>Br. Abortus</i>	٢٠ - ٦٠ يوم
	<i>Br. melitensis</i>	٤ أسابيع	٤		ركفور	<i>Br. melitensis</i>	٦٠ - ٢٠ يوم

المنتج اللبنى	نوع الميكروب	مدة البقاء	الحرارة م	pH	المنتج اللبنى	نوع الميكروب	مدة البقاء
المثلجات اللبنيه	<i>Br. abortus</i>	٣٠ يوم	صفر		كممبرت	<i>Br. abortus</i>	أقل من ٢١ يوم
الزبد	<i>Br. abortus</i>	١٤٢ يوم	٨		تشدر	<i>Br. abortus</i>	٨ شهور
شرش	<i>Br. abortus</i>	أقل من ٤ أيام	١٧ - ٢٤	٤,٣ - ٥,٩	أبيض	<i>Br. melitensis</i>	٨ - ١ أسابيع
شرش	<i>Br. abortus</i>	أكثر من ٦ أيام	٥	٥,٤ - ٥,٩			

وبعكس المنتجات اللبنيه فإن مدة مقاومة الميكروب فى اللحم أقصر نظراً للتخمر الحمضى للحم فيما عدا حالات التجمد حيث يمكن أن يعيش الميكروب عدة سنوات وعليه فإن اللحم أقل مصدر للعدوى من المنتجات اللبنيه غير المعاملة حرارياً.

مصادر العدوى Sources of ifection

رغم أن اللبن ليس بيئة جيدة لنمو الميكروب إلا أنه يمكن أن يعيش فى اللبن ومنتجاته التى لم تعامل جيداً بالحرارة، لذا يعتبر اللبن ومنتجاته غير المعاملة حرارياً والناثجه من حيوانات مصابه هى المصدر الرئيسى للعدوى، كذلك لحوم الحيوانات المريضة دون طهى جيد، وكذا التلوث من إفرازات الحيوانات المصابة، إذ يوجد الميكروب فى بول ودم الحيوانات المصابة وكذا فى أجنثها أثناء الولادة، كما يوجد فى رحم إناث الحيوانات الحوامل وفى الغدد اللبنيه للحيوانات الحلابه مما يؤدى إلى إفرازه باللبن. كما ينتقل الميكروب عن طريق إستنشاق الهواء المحتوى عليه فى الحظائر والمجازر، وكذا عن طريق ملامسة الحيوانات المصابة ورغم السيطرة على المرض فى الحيوانات الأليفة فى معظم بلدان العالم إلا أن هناك بعض البلدان الحارة مازال المرض منتشراً بينها.

مدة الحضانه: ١ - ٣ اسابيع وهى متغيرة وقد تكون أطول من ذلك.

أعراض الإصابة

من أعراض الحمى المتقطعة (undulant fever) إرتفاع الحرارة وإنخفاضها بشكل متموج فى نفس اليوم - عرق غزير - قشعريرة - صداع - فقدان الشهيه - ألم فى

العضلات - التهاب العصب الوركي أو عرق النسا sciatica التهاب المفاصل والخلق - طفح جلدي - تضخم الطحال - نقص عدد الكرات البيضاء وتحدث العدوى عن طريق الجهاز التنفسي والهضمي وتشمل العدوى بصفة عامة مرحلة تسمم الدم يعقبها إصابة الأجهزة التناسلية (التهاب الخصيه في الذكور والتهاب الرحم في الإناث) وإصابة الأغشية المبطنه للأمعاء (المعدة الثانية في الحيوانات المجترة) وتتركز العدوى في الحيوانات الحوامل وفي المشيمة والأجنة وغالباً ما يؤدي ذلك إلى الإجهاض.

الحساسية والمناعة:

معظم الناس لديهم مناعة طبيعية، وعادة إصابة الشخص بالمرض تحميه من الإصابة للمرة الثانية.

الوقاية والعلاج:

نظراً لانخفاض كفاءة العلاج الكيماوي وزيادة تكلفته، فإن ذبح الحيوانات الموجه سيرولوجياً تعتبر إحدى طرق التحكم في منع إنتشار المرض. وتكون الإبادة إقتصادية إذا كان معدل الإصابة أقل من ١٪ وفي حالة إبادة القطيع فلا يمكن إحلاله إلا بعد ٢ - ٣ شهور لذا يجب الكشف الدوري على الحيوانات وتحصينها ضد المرض خاصة الحيوانات الصغيرة ٣ - ٦ شهور وذلك باستخدام لقاح S14 للماشية.

عزل الحيوانات المصابة وإعدامها لو إستدعت الحالة وحرقها ودفنها دفناً عميقاً وعدم إستهلاك ألبان الحيوانات المصابة. كما يجب القيام بمعاملة اللبن بالحرارة الكافية للقضاء على الميكروب مهما كان الغرض من إستخدام اللبن.

وعلاج المصابين بالمضادات الحيوية وفي حالة عدم العلاج تختفى الأعراض تدريجياً ثم تعود بعد أسبوعين والإنتكاسه شائعة حتى بعد العلاج بالمضادات الحيوية، حيث يدخل المرض حالة تحت الحادة والتي تتميز بالحمى المتقطعة والتهاب الخصيه والأجهد وألم الظهر، وتستمر هذه الحالة تحت الحادة ١٢ - ١٦ شهر، ولكن ٢٠٪ من المرضى تتحول حالتهم إلى الحالة المزمنة والتي تستمر لعدة سنوات.

٨- الأمراض والتسمم الناتج عن بعض أفراد عائلة Pseudomonadaceae

مقدمه:

تتميز أفراد هذه العائلة بأنها عصويه مستقيمه أو منحنيه - سالبه لجرام متحركه بأسواط قطبيه وما يميز هذه العائلة عن عائلة Enterobacteriaceae أن عائله Pseudomonadaceae موجب الأكسيديز، وهى مؤكسدة وتنمو بسرعة على سطح البيئه وتوجد فى التربه والماء ومتطلبات نموها بسيطه وتضم العائله أربعة أجناس هى *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Zooglea*, and *Yluconobacter*.

ويعتبر جنس *Pseudomonas* أكثرها أهميه ومن الأنواع التابعة لهذا الجنس:

Ps. aeruginosa , *Ps. fluorescens* , *Ps. putida* , *Ps. fragi* , *Ps. putrefacies*

ومعظم الأنواع التابعة لهذا الجنس تسبب تغيرات حسيه غير مرغوبه فى المنتجات اللبنيه فمعظمها ينتج صبغات مختلفه، كما تنتج أفراد هذا الجنس إنزيمات ثابته حرارياً منها *lipases*, *proteases* حتى على درجات الحرارة المنخفضه مما يسبب فساد اللبن ومنتجاته خاصة لبن UHT كما أن بعضاً منها يسبب تسمماً غذائياً للإنسان ويسبب إتهاباً لضرع الحيوان ومن أمثله ذلك *Ps. aeruginosa* وهو يعطى صبغه زرقاء مخضرة (Pyocyamin) تعطى لوناً أزرق عند إستخلاصها بالكلوروفورم).

وقد أمكن عزل هذا الميكروب من اللبن الخام وغيره من المنتجات اللبنيه وأمكن التأكد من فعله المرضى عن طريق حيوانات التجارب وتشير بعض الأبحاث *Nasrital*, (1992) تواجد الميكروب فى اللبن الخام بمتوسط ١٠° / مل.

أعراض المرض:

١- فى الإنسان: إصابة القناة البولييه والعين والأذن - عفن الدم - خرايج إتهاب المساريقا والأمعاء ويرجع إضطراب الجهاز الهضمى إلى إنتاج سم معوى من النوع البروتينى ويتكسر بالحرارة وقد يؤدى هذا التسمم إلى الوفاة فى الأطفال بعد الإسهال الغزير.

٢- فى الحيوان: إتهاب الضرع والأمعاء والمهبل وبطانة الرحم endometritis والإجهاض.

الوقايه: معاملة اللبن حرارياً - معالجة المياه - تعقيم المعدات المستخدمه فى الإنتاج والتصنيع وإتباع الشروط الصحيه.

٩- الأمراض والتسمم الغذائى الناتج عن التلوث

ببعض انواع البكتريا التابعة لعائلة Vibrionaceae

يتبع هذه العائلة عدة أجناس من بينها جنس *Vibrio* وهذا الجنس يتبعه حوالى ٢٥ نوعاً من البكتريا بعضها يسبب أمراضاً Bacterial diseases مثل مرض الكوليرا cholera والذي ينشأ عن الإصابة ببكتريا *Vibrio cholera*، وبعضها يسبب تسمماً غذائياً يعرف بالتسمم الفبريوسى *Vibriosis*، ويسببه عدة أنواع من أهمها *Vibrio parahaemolyticus*.

أ- مرض الكوليرا (الهيضه) Cholera

مقدمه:

مرض الكوليرا مرض معدى شديد الخطورة، وقد يكون أكثر خطورة من التسمم الفبريوسى. وتتفاوت شدة المرض من مكان لآخر، ومازال المرض وباء منتشراً فى دول الشرق الأقصى وبعض الدول الأفريقيه، نظراً للظروف السيئة فى هذه المناطق.

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

بكتريا الكوليرا *Vibrio cholera*

الخواص المورفولوجية Morphological properties

واوى الشكل مفرد (١,٥ × ٠,٣ µ) متحرك بفلاجلا (أسواط) طرفيه، سالب لجرام غير متجرت لا يكون عليه (كبسوله) وفى المزارع القديمه يوجد الميكروب فى صورة (حببيات grains) كرويه أو عصويه أو خيطيه أو حلزونيه أو على شكل مضرب الكره clubs ولكن يسترجع الميكروب شكله الأصلى (الواوى) عند إعادة

تلقّحه فى بيئة طازجه، وعند نمو الميكروب فى بيئة مرق اللحم القلوى Alkaline meat broth، والبيتون المائى water pepton فإنه يكون اغشيه رقيقه، أما عند نموه فى بيئه تحتوى على الجيلاتين فإنه يؤدى إلى إسالة الجيلاتين فى المنطقه المحيطه بالمستعمرات، وتصبح المستعمرات غارقه فى الجيلاتين السائل المحيط بها.

الخواص المزرعيه Cultural

هوائى إختيارياً، الحرارة المثلى لنموه ٣٧ °م، ويقف النمو على حرارة أقل من ١٤ °م أو أعلى من ٤٢ °م والـ pH المثلى ٦ - ٨، ويكون على البيئات الصلبه مستعمرات شفافه ذات لون أزرق خفيف ذات قبه ناعمة الأطراف. وعلى الجيلاتين فإنه يكون مستعمرات محبيه granular شفافه تشبه الزجاج المكسر عند فحصها تحت الميكروسكوب.

الخواص التخمرية Fermentation

يسيل الجيلاتين، وينتج الأندول، الأمونيا، SH_2 ، يختزل النترات، يحلل اليوريا، ويخمر الجلوكوز والجالاكتوز والمالتوز والسكرورز والمانيتول والنشا مع إنتاج حمض، ويخمر اللاكتوز ببطء فهو لا يخمر اللاكتوز فى الـ ٤٨ ساعه الأولى، قد يحتوى سلاطات محله للدم (الإنسان) ولكن لا يحلل الكرات الحمراء للماعز والغنم وقد لايجبن اللبن.

المقاومه Resistance

يمكن للميكروب أن يعيش لمدة طويله على حرارة منخفضه، ويمكن أن يعيش فى البراز شهراً وعلى الأسماك وفى أمعائها ١ - ٤٠ يوم، وفى المياه لعدة أيام، وفى الأغذيه ١ : ١٠ أيام وفى أمعاء الذباب ٤ : ٥ أيام ويظهر الميكروب مقاومه ضعيفة لضوء الشمس وأشعة (أكس x) والتجفيف ويموت لحظياً على ١٠٠ °م، وبعد ٥ د / ٨٠ °م، والميكروب شديد الحساسيه للمطهرات خاصة الأحماض، فمثلاً محلول من حمض الهيدروكلوريك Hcl ١ : ١٠,٠٠٠ يقتل الميكروب فى دقيقه واحده، كما أن الميكروب شديد الحساسيه للعصارة المعديه.

مصادر العدوى Sources of infection

مثل ميكروبات الحمى المعوية (تيفود أو باراتيفود) ينتقل الميكروب أساساً عن طريق الماء والتلوث المباشر بالمواد البرازية، والعدوى من شخص لآخر فالإنسان هو المصدر الوحيد للميكروب، كما تمثل الأغذية البحرية مصدراً هاماً لانتشار المرض، ويحدث بدرجة أقل من الأطعمة الملوثة الأخرى إذ أن الميكروب لا يتكاثر في الأغذية إلا أن بعض الأبحاث أظهرت قدرة الميكروب على النمو بصورة جيدة في بعض الأغذية المطهية خاصة المرتفعة الحموضة (بيض مسلوق - حبوب مطهية - جمبرى - رخويات - قواقع). وينتقل الميكروب أحياناً إلى اللبن عن طريق الماء عند إضافته للبن بغرض الغش، ويبقى الميكروب في اللبن ٣ - ٥ أيام تحت الظروف الطبيعية ويقتل بالحرارة، كما ينتقل إلى اللبن بطريق مباشر من الأيدي الملوثة للمصابين وحاملى المرض.

إنتاج السموم Toxin production

لا ينتج سمّاً خارجياً ولكن ينتج سمّاً داخلياً شديد السمية، فعند حقن مزرعة (بكتريا) نامية في بيئه اللحم حتى مع سبق إتلافها بالتسخين ٥٥ °م / ٣٠ د إذ أن التوكسين هو توكسين معوى غير مقاوم للحرارة مثل توكسين *E. coli*، وعند حقن هذه المزرعة في وريد أرنب أصيب الأرنب بإسهال شديد وجفاف وعتومه في القرنيه بعد ٣٠ د من الحقن. ومن المعروف أن الميكروب يصيب الإنسان عن طريق الجهاز الهضمى وعند وصوله إلى الأمعاء الدقيقة حيث الوسط القلوى وإحتوائها على كميات وفيرة من نواتج تمثيل البروتينات وهى ظروف مشجعة لتكاثر الميكروب، وعند موت الميكروب يتحرر منه التوكسين الداخلى الذى يغزو دم المريض إذ يسبب نخرًا فى الغشاء المبطن للأمعاء ويسبب التسمم. كما ينتج الميكروب إنزيمات تسبب تغيراً فى مركبات كرات الدم الحمراء، وعموماً فإن تأثير الميكروب على الدم عملية معقدة ويختلف هذا التأثير كثيراً طبقاً لخواص السلالة.

مدة الحضانة: Incubation period: من بضع ساعات إلى ٥ أيام (٢ - ٣ يوم عادة) ويظل المريض معد لمدة تتراوح ما بين ٧ : ١٤ يوماً من بدء المرض وأحياناً يستمر ٢ : ٣ شهور.

أعراض المرض: Symptoms

تظهر الأعراض فجأة دون سابق إنذار، وتبدأ بقی شديد وإسهال مائى شديد له لون ماء الأرز، ويحتوى العديد من الخلايا الطلائيه للأمعاء، وأعداد كبيرة من الميكروب، ويؤدى الإسهال والقی إلى حالة شديدة من الجفاف وبرودة الأطراف وتكرمش الجلد وبروز عظام الوجه وتقور العينين ووقف إفراز البول، وقد تحدث مضاعفات منها الفشل الكلوى، حموضة الدم وهبوط فى الدورة الدمويه، وإذا لم يسعف المريض بالعلاج ينتهى بالوفاة، وتتراوح معدل الوفيات ٥ - ١٠٪ من المصابين فى المناطق التى يتوطن فيها الكوليرا وقد يصل إلى ٧٥٪ فى مناطق أخرى. وتنتج الوفاة لأن المريض يفقد معظم سوائل جسمه وما بها من أيونات خاصة البوتاسيوم. حيث ينفذ الميكروب وما يتحرر منه من سم معوى خلال الغشاء المخاطى للأمعاء الدقيقة ليلتصق بتجاويف هذا الغشاء والسم المتحرر يحفز فقد السوائل من الأمعاء.

ويمكن تمييز ثلاث مراحل لهذه الأعراض:

- ١- إتهاب الأمعاء وإسهال يستمر ١ - ٢ يوم قد ينتهى بعدها ويشفى المصاب.
- ٢- إتهاب الجهاز الهضمى وإسهال غزير وقى مستمر يؤدى إلى الجفاف وإنخفاض حرارة الجسم، ويقل إفراز البول ونقص شديد فى العناصر المعدنية والمواد البروتينيه وتشنجات ويلاحظ وجود الميكروب فى القى والبراز الذى يصبح كماء الأرز فى مظهره.
- ٣- تظهر أعراض حادة إذ يتكرمش الجلد نظراً لفقد الماء، وتزرق البشرة (النقص الأكسجين) ويصبح الصوت مبحوحاً وأحياناً يفقد الصوت، وتنخفض الحرارة ٣٥,٥ : ٣٤ °م ونظراً لتركيز الدم يضعف نشاط القلب بشدة ويتوقف إفراز البول وترتفع نسبة المواد النيتروجينية فى الدم ozataemia ويتبع ذلك الأغماء وإنهيار الجسم كله ثم الموت. وبفحص الجثة تظهر الأمعاء الدقيقة مغطاه بإفرازات لزجه، ويكون الغشاء المخاطى المبطن لها محتقناً، كما يوجد نزيف فى الطبقة الموجودة تحت الغشاء المخاطى، ويوجد أعداد كبيرة من الميكروب فى جدر الأمعاء الدقيقة.

المناعة Immunity

لحموضة المعدة دوراً هاماً في ميكانيكية الدفاع الطبيعية، كما يكتسب المريض بعد شفائه مناعة مكتسبه لفترة قصيرة (قد تستمر سنتين)، وتوجد مناعه صناعيه بإستخدام اللقاح وتستمر ٦ - ١٢ شهر.

ملحوظه: لا يهاجم الميكروب الحيوانات ومقصود على الإنسان.

العلاج Treatment:

علاج المرضى بالمضادات الحيوية (مركبات Sulphonamides) مع التحكم في الجفاف بالحقن بالمحاليل الملحيه والجلوكوز والبلازما، ويوصى بحمام دافئ وتعاطي أدويه للقلب والدورة الدمويه.

الوقايه Prophylaxis

- ١- التعرف على الحالات الأولى من المرض وتسجيل جميع الحالات وإبلاغ السلطات الصحيه العليا.
- ٢- عزل المرضى وحاملى الميكروب بالمستشفيات وملاحظة المخالطين لهم.
- ٣- تطهير حجرات المرضى ومافيها من فرش وأدوات وحرق بقايا طعام المصابين.
- ٤- حماية مصادر المياه من التلوث وغلى المياه أو معاملتها بالكلور قبل إستخدامها.
- ٥- مراعاة النواحي الصحيه فى تحضير وتداول الأغذيه خاصة ما يؤكل منها طازجاً دون تجهيز والعنايه بتطهير الأطباق (إستخدام أدوات لمرة واحدة) والعنايه بغسل الأيدى ومكافحة الذباب.
- ٦- التحصين باللقاح المناسب للمخالطين.

ب- التسمم الغذائى الفبريوسى Vibriosis

مقدمه:

يرتبط هذا النوع من التسمم أساساً بإستهلاك الأغذيه البحريه خلال أشهر الصيف، وهو من أحد التسممات الشائعه باليابان نظراً لكثرة تناول الأسماك والأغذيه البحريه، والميكروب أكثر إرتباطاً بالأصداف عن غيرها من صور الأغذيه البحريه،

إذ توجد البكتريا المسببه لهذا التسمم عادة فى مياه البحار والمحيطات، ويرتبط وجودها فى هذه المياه بدرجة الحرارة، حيث يوجد بأعداد قليلة يصعب الكشف عنها عندما تكون درجة حرارة الماء اقل من ١٥ °م. فالميكروب يعيش فى الرواسب قرب السواحل خلال فصل الشتاء عندما تكون درجة الحرارة أقل من ١٠ °م وينطلق من هذه الرواسب إلى المياه فى فصل الصيف عندما ترتفع حرارة المياه إلى ١٥ °م أو أعلى. ولايوجد الميكروب فى المياه العميقة لعدم تحمله الضغط الهيدروستاتيكي المرتفع فى هذه المناطق. وقد أمكن عزل الميكروب من مياه السواحل فى جميع أنحاء العالم، فقد عزل من مياه شرق أفريقيا، ومياه شمال وشمال غرب أوربا. والمياه الأستراليه وشاطئ الخليج ومختلف مناطق البحر المتوسط، ومما يساعد على توطن هذا الميكروب فى تلك المياه هو صرف مياه الصرف الصحى الغنيه بالمواد العضويه فى هذه المياه.

البكتريا المسببه للمرض Causative bacteria

رغم وجود عدة أنواع من جنس *Vibrio* قادرة على أحداث هذا التسمم. إلا أن *Vibrio parahaemolyticus* يعتبر أكثر الأنواع أهميه.

الخواص المورفولوجية Morphological properties

ميكروب عصوى مستقيم أو منحنى (٠,٦٥ × ١,٣ µm) غير متجثر متحرك حيث يوجد سوط واحد بنهاية كل خلية واحياناً تكون الخلية محاطه بالأسواط.

الخواص المزريه Cultural

هوائى او لاهوائى إختيارياً، درجة الحرارة المثلى ٣٠ - ٣٥ °م (٢٢ - ٤٤ °م)، الحد الأقصى ٤٤ °م والحد الأدنى ١٠ °م عند النمو فى المياه المفتوحه، ويمكن أن ينمو فى المنتجات الغذائيه على درجة حرارة أقل ولكن لاينمو عند ٤ °م فأقل، ودرجة pH المثلى ٧,٦ - ٨,٦ وإن كان الميكروب يستطيع النمو فى نطاق من الـ pH ٤,٨ - ١١، وقد وجد أن الحد الأدنى للـ pH يرتبط بدرجة الحرارة ومحتوى البيئه من NaCl فيزيد الحد الأدنى للـ pH بإنخفاض الحرارة وإرتفاع نسبة الملح جدول (٢٢) ولاينمو فى غياب NaCl.

الخواص التخمرية Fermentation properties

ليس للميكروب القدرة على تخمر اللاكتوز أو السكروز، ولكن للميكروب نشاط إنزيم oxidase وإنزيم lysin decarboxylase وإنزيم ornithine decarboxylase.

جدول (٢٢): الحد الأدنى للـ pH لنمو ميكروب *V. parahaemolyticus*

الحد الأدنى للـ pH عند تركيز NaCl		درجة الحرارة م
عند تركيز ٧ % NaCl	عند تركيز ٣ % NaCl	
٧,٦	٧,٣	٥
٧,١	٧,٢	٩
٦,٠	٥,٢	١٣
٥,٣	٤,٩	٢١
٥,٢	٤,٨	٣٠

المقاومة Resistance

الميكروب غير مقاوم للحرارة، وتتوقف درجة مقاومه على عدد الميكروبات في العينة ونسبة الملح بها فتزيد مقاومه بزيادة أعداد الميكروب فمثلاً إذا كان العدد ٥٠٠ خليه / مل فإنه يقضى عليه بالتسخين لدرجة ٦٠ م° / ١٥ د، أما إذا كان العدد ٢ × ١٠ خليه / مل فإن بعضها يقاوم التسخين لدرجة ٨٠ م° / ١٥ د، كما تزيد مقاومه للحرارة بارتفاع نسبة الملح في العينة فقد وجد أن الخلايا التي تنمو في وجود ٣ % أو ٧ % ملح طعام تكون أكثر مقاومه للحرارة عن الخلايا التي تنمو في وجود ٠,٥ % وعموماً فإن الميكروب يقاوم نسبة من الملح قد تصل إلى ١٠ %.

مصادر العدوى Sources of infection

الأغذية البحرية الخام (سمك جمبرى - إستاكوزا - كابوريا - أصداف - حيوانات بحرية رخوة) ويحدث التسمم عادة عند تناول هذه الأغذية دون طهي، خاصة عند تخزينها عند حرارة أعلى من ٤ م° (١٢ - ٣٠ م°)، حيث يسمح ذلك بزيادة عدد الميكروبات لحد أعلى من الجرعة التي تسبب العدوى (١٠^٦ خليه / جم غذاء) وتعتبر الأغذية المطهية جزئياً والمجمدة Frozen ñ precooked المصدر الرئيسى للتسمم الفيريوسى.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج الميكروب سمّاً خلويّاً cytotoxin يسمى هيموليسين haemolysin له القدرة على إذابة خلايا الدم الحمراء فى الإنسان فى بيئة آجار الدم. وتختلف السلالات فى نوعية هذا التوكسين من حيث تحمله للحرارة. فبعض السلالات تنتج هيموليسين مقاوماً للحرارة (Th) Thermostable haemolysin.

ويطلق على هذه السلالة k^+ ، وبعض السلالات الأخرى تنتج هيموليسين غير مقاوم للحرارة Heat labile haemolysin ويطلق على هذه السلالة k^- ، وبعض السلالات تنتج كلا النوعين من الهيموليسين. ويوجد ارتباط قوى بين قدرة السلالة على إنتاج (K⁺) TH وقدرتها على إحداث العدوى وهذا السم (TH) عبارة عن بروتين وزنه الجزيئى ٤٢,٠٠٠ دالتون، مقاوم للحرارة يبقى فى الغذاء بعد إنتاجه، ويمكن الكشف عنه عندما يصل عدد الخلايا ١٠^٦ / جم غذاء، والسم أكثر مقاومه للحرارة عند pH ٥,٥ - ٦ عنها عند pH ٧ - ٨ ويتم إنتاج التوكسين فقط عند pH ٥,٥ - ٦,٥ والتوكسين قاتل للفئران mice حديثة الولادة فمتوسط الجرعة LD₅₀ هى ١,٥ ميكروجرام.

ملحوظة:

K هى إختصار لعبارة Kanagawa reaction تفاعل k وهذا التفاعل هو الذى يميز بين السلالات شديدة العدوى K^+ والسلالات غير المرضيه K^- ولتقدير هذا التفاعل تلقح بيئة آجار الدم سطحياً بالميكروب والتحصين ٣٧[°] م / ١٨ - ٢٤ ساعة ويختبر لوجود تحلل الدم من النوع β - hemolysis β (وجود منطقة شفافه حول المستعمرات نظراً لتحليلها لخلايا الدم الحمراء) معناه إختبار موجب أى الميكروب معدى K^+ .

مدة الحضانة: Incubation period

تتراوح فترة الحضانة من ٤ - ٤٨ ساعة وعادة ١٢ - ٢٤ ساعة بعد تناول طعاماً ملوثاً.

أعراض الأصابه Symptoms

إسهال غزير، ألم فى البطن، غثيان، صداع، ضعف، أحياناً حمى وقئ. وتستمر الأعراض ٢ - ٥ أيام وتختلف ظهور أعراض المرض باختلاف السلالة K^+ ، K^- فقد

وجد أن السلاله K^+ هي التي تسبب ظهور الأعراض عندما يكون عددها 2×10^6 خلية K^+ / جم من الغذاء، بينما 10^6 خلية K^- / جم غذاء لا ينشأ عنها ظهور أعراض المرض.

الوقايه:

- ١- الطهى الجيد للأغذية البحريه.
- ٢- منع تلوث اللبن ومنتجاته بأغذية البحار sea food.
- ٣- التأكد من أن منتجات الأسماك المطهية جزئياً والمجمدة ذات جودة ميكروبيه عاليه.
- ٤- تجنب التلوث العرضى للأغذية البحريه المطهيه من الأغذية البحريه الخام.
- ٥- حفظ كل الأغذية البحريه المطهيه والخام عند درجة حرارة منخفضة ($-4^{\circ}C$) أو حرارة التجميد.
- ٦- الإهتمام بالنظافه الشخصيه للعاملين فى مجال تحضير الطعام.

١- الأمراض والتسمم الغذائى الناتج عن التلوث

بعض البكتريا التابعة لعائلة Lactobacillaceae

مقدمه:

تشمل هذه العائلة جنساً حقيقياً واحداً هو Lactobacillus، ومعظم أنواع هذا الجنس مفيد تدخل فى الصناعات اللبنيه. كما تحتوى العائلة ثلاثة أجناس أخرى غير متأكد من إنتمائها لهذه العائلة. ومن هذه الأجناس الثلاثة جنس Listeria ويضم هذا الجنس ثمانية أنواع (جدول ٢٣).

جدول (٢٣) الأنواع التابعة لجنس Listeria وخواصها

النوع	خواصه	النوع	خواصه
<i>L. monocytogenes</i>	ممرض للإنسان والحيوان	<i>L. welshimeri</i>	قد لايسبب أمراضاً
<i>L. innocus</i>	ممرض للحيوانات تحت ظروف معينه	<i>L. grayi</i>	يعتبره البعض نوعاً تابعاً للجنس
<i>L. seeligeri</i>	ممرض للإنسان (قد لا يكون)	<i>L. murrayi</i>	يعتبره البعض نوعاً تابعاً للجنس
<i>L. ivanovii</i>	قد لايسبب أمراضاً	<i>L. denitrificans</i>	يعتقد الآن أنه ينتمى لجنس آخر

ومن ذلك نرى أن نوعاً واحداً من هذه الأنواع ممرض للإنسان والحيوان هو *L.monocytogenes* والمرض الناتج عنه يسمى التسمم الليستيرى Listeriasis ويسبب وفاة ٣٠ - ٣٥% من الأشخاص المصابين وفى الحيوانات يسبب إجهاضاً.

التسمم الليستيرى Listeriasis

البكتريا المسببة للمرض Causative bacteria

الليستيريه الوحيديه *L. monocytogenes*

الخواص المورفولوجية Morphological properties

عصوى صغير (٠,٥ - ٢ µ طولاً) و(٠,٤ - ٠,٥ µ عرضاً) يشبه بكتريا الدفتريا. منحنى قليلاً بنهايه مستديرة. ذو سوط طرفى، يوجد منفرداً أو فى أزواج، ولايكون جراثيم أو كبسولات.

عند عمل شريحه من أعضاء مصابه يظهر الميكروب فى أزواج عن شكل حرف (V) أو فى سلاسل

المستعمرات عمر ٢٤ - ٣٦ ساعة موجب لجرام، ولكن المزارع القديمه أو المزارع السائله broth تبدو الخلايا غالباً سالبه لجرام، متحرك بأسواط.

الخواص المزريعه Cultivative properties

هوائى إختيارياً فى قليل من O_2 ويحتاج CO_2 أعلى مما فى الجو العادى ولكن يمكن أن يحدث النمو تحت ظروف الجو العادى، أفضل pH لنموه هى الظروف المتعادلة فهو ينمو على جميع البيئات العاديه على pH ٧ - ٧,٢، وكان يعتقد أن الميكروب المرضى لاينمو على pH أقل من ٥,٦ إلا أن الأبحاث اثبتت نموه على pH ٥، الحرارة المثلى لنموه ٣٧°م حيث تكون المستعمرات على بيئة nutrient صلبه صغيرة ناعمه مستديرة flat بلون اللؤلؤ (أو أزرق مخضر) وعلى بيئة الكبد تكون المستعمرات لزجه، وفى بيئة المرق broth ينتج عكارة وراسب لزج، وعلى أجار الدم يكون مستعمرات محاطه بمنطقة متحلله، ولاينمو على أقل من ٢°م أو أعلى من ٥٥°م، ويعطى نمواً بطيئاً على ٣ - ٤°م حيث يعطى نمواً على البيئة الصلبة بعد ٥ - ٨ أيام، بعض سلالاته تكون صبغات حمراء أو صفراء بعد التحضين لعدة شهور.

الخواص التخمرية Fermentation properties

يبين الجدول الآتي (٢٤) الخواص التخمرية للميكروب

جدول (٢٤) الخواص التخمرية للميكروب *L. monocytogenes*

الخاصية	النتيجة	الخاصية	النتيجة	الخاصية	النتيجة
بيئة عباد الشمس (١)	+	الكتاليز	+	إنتاج الإندول	—
أحمر الميثيل	+	تخمير الجلوكوز (٢)	+	إنتاج H_2S	—
إختبار VP	+	تخمير اللاكتوز (بطيء)	—	إختزال النترات	—
إنتاج أمونيا من الأرجنين	+	تحلل النشا	—	تسيل الجيلاتين	—
تخمير السكروز	—	تحلل اليوريا	—	تخمير المانيتول	—

(١) يحمض بيئة لبن عباد الشمس ببطء وعادة مايزيل لونها ولكنه لايجبها.

(٢) يعتبر الجلوكوز المصدر المفضل للكربون والطاقة، ويعتبر مطلباً غذائياً للميكروب وهو يخمره وينتج حمضاً دون إنتاج غاز.

المقاومة Resistance

يقاوم الميكروب الظروف البيئية فهو مقاوم للملوحة (الضغط الاسموزي المرتفع) قيمته النمو في محلول ملحي ٢٥,٥٪ على ٤ م° لمدة ثلاثة - أربعة أشهر. يقاوم البرودة والتجميد فقد وجد في الأيس كريم، ويقاوم الجفاف. كما يمكنه أن يعيش في التربة الرطبة ما يقرب من سنة ولكنه غير مقاوم للحرارة أو المواد المطهرة فيقضى عليه بالبسترة، ويقتل بالتعرض لمحاليل فورمالين (٠,٥٪) ومحلول فينول (٥٪) ويقاوم pH (٥,٦ - ٩,٦) ونظراً لأنه من البكتريا Psychrotrophic فيمكنه النمو في اللبن والمنتجات اللبنية واللحوم وأطعمه أخرى على درجة حرارة الثلاجة. فنجده أن مرحلة log phase للميكروب في اللبن الفرز والكامل والأيس كريم حوالي ٥ أيام على ٤ م°، ويصل العدد تقريباً إلى مليون خلية / جم من المنتج بعد ١٥ يوم بينما يصل العدد إلى ١٠^٧ خلية / جم بعد ٣ - ٤ أسابيع في جميع المنتجات السابقة عدا لبن الشيكولاته حيث يصل العدد ١٠^٨ : ١٠^٩ خلية / جم وقد وجد أن البسترة على درجة ٦١,٧ م° / ٣٣ د لايبيد الميكروب مما يستلزم الغليان لإبادته.

مصادر العدوى Sources of infection

تعتبر الماشيه والغنم والماعز أكثر الحيوانات عرضه للإصابه بالميكروب، إذ يسبب مرض إتهاب الضرع فى الحيوانات الحلابه، فتفرز الحيوانات المصابه الميكروب فى اللبن والروث، وينتقل الميكروب إلى الإنسان عن طريق الأغذيه الملوته، كما يعتبر السيلاج مصدراً رئيسياً لإنتقال الميكروب إلى الماشيه إذ أن المواد النباتيه الخضراء المستخدمه فى صناعته تتلوث بروث الحيوانات المصابه، فالسيلاج غير المخمر بالدرجة الكافيه يحتوى على الليستريا. كما يعتبر لحم الخنزير المصاب بمرض Listeriosis أكثر خطورة وقد تحدث العدوى عن طريق عضه من القراد حيث يدخل الميكروب عن طريق الجلد المجروح والأغشيه المخاطيه للنفم والقناه الهضميه، وقد أمكن عزل الميكروب من اللبن والجبن غير المبستر والروث والتربه والسيلاج.

إنتاج السموم Toxin production

ينتج المكروب العديد من المواد الضارة منها:

- ١- سم داخلى يتحرر عند تحلل الخلايا وهو مسئول عن ظاهره Listeriosis فى الإنسان والحيوان.
- ٢- سم خارجى غير ذائب يطلق عليها Listeriolysin وهو له القدرة على تحليل خلايا الدم الحمراء من النوع hemolysin α , β وهذا السم تنتجه جميع السلالات المرضيه.
- ٣- مركب يسمى internalin وهو يشارك فى غزو خلايا العائل.
- ٤- إنزيمات منها Metalloprotease, phospholipase كما وجد أن السلالات شديدة العدوى تكون محله للدهن.

أعراض المرض: Symptoms

نظراً لطول مدة الحضانه (عدة أسابيع) فقد تتلوث القناه الهضميه بالميكروب دون ظهور أعراض على المصابين أو يعانون فقط من أعراض خفيفة ماتلبث أن تختفى. وتشمل أعراض الإصابه غثيان - قئ - إسهال - آلام فى البطن مع حمى وآلام فى الظهر وعدم إنتظام التبول، وإصابه (إتهاب) البلعوم والكلى. وتكون الأعراض فى

الحوامل مصحوبه بأعراض تشبه أعراض الأنفلونزا. وقد يسبب إجهاضاً وفي الأطفال يكون المرض أشد وطأة مما قد يؤدي لتسمم دموى وإلتهاب سحايا المخ (أغشية الدماغ) meningoencephalitis المميت في معظم الحالات خاصة عند الأطفال حديثي الولادة حيث تزداد معدل الوفاة إلى ٧٠٪ وفي الحيوانات قد يسبب إلهاب الضرع والإلتهاب السحائي والإجهاض.

الوقاية:

أ- بالنسبة للإنسان والحيوانات:

التعرف على المرض ومعالجة الإنسان والحيوانات التي تعاني من المرض. وتجنب مخالطة الأصحاء بالحيوانات المصابة أو حاملي الميكروب مع تجنب إستهلاك الأغذية المحتمل تلوثها بالميكروب مع إستبعاد الحيوانات المصابة.

ب- بالنسبة للمصنع:

- عدم قبول المنتجات المرتجة - غير المعقمة والمحفوظة في الثلاجة بعد إنتهاء مدة صلاحيتها إذ أن التخزين في الثلاجة له تأثير cold enrichment يعمل على إعادة إصلاح الخلايا التي تشوهت بالعمليات التصنيعية خاصة المعاملات الحرارية التي تعرض لها المنتج.

- عزل مناطق تداول اللبن ومنتجاته المبسترة عن الأنشطة الأخرى. وكذلك يجب أن تتم تداول المنتج النهائي قبل تسويقه في منطقة بعيدة عن منطقة تداول المواد الخام.

- العناية الصحية أثناء إنتاج وتصنيع اللبن وتخزينه بتنظيف وتعقيم أماكن الصرف drains والتخزين البارد وذلك بأشخاص مدربين مع العناية بماء المصنع وتعقيمه بالطرق التي تجعله خالياً من البكتريا المرضية.

ج- الأغذية:

نظراً لأن الميكروب لا يستطيع النمو على pH أقل من ٥ لذا يفضل تحميض الطعام إذا أمكن ذلك، فهو سوف يساعد في تثبيط نمو الميكروب. مع إختبار الأغذية عالية المخاطر high risk foods من حيث إحتوائها على الميكروب، وإتباع

طرق محسنه للكشف عن الميكروب مع إتباع المعاملة الحراريه المناسبه. وقد تستخدم المواد الحافظه المسموح بها فالميكروب حساس للبنزوات والسوربات عن البروبيونات.

١١- الأمراض والتسمم الغذائى الناتج عن التلوث

ببعض البكتريا التابعة لعائلة *Spirillaceae*

التسمم الغذائى الكامبيلوبكتيرى *Campylobacteriosis* (داء المنثيه)

مقدمه:

يعتبر هذا التسمم من أهم العدوى المعويه الشائعة التى تصيب الإنسان عن طريق الغذاء فى كثير من دول العالم مسببة له إضطرابات معويه وإسهالاً للمسافرين، وهى مسئولة بدرجة أكبر من السالمونيلا والشيغيللا عن هذه الإضطرابات، وقد وجد أن معظم حالات التسمم هذه غالباً ما تكون ناتجة عن تناول لحوم طيور وأحياء مائية غير جيدة الطهى، بجانب تناول لبن خام أو مبستر ملوث ببراز الحيوانات.

ومن أهم الأجناس التابعة لهذه العائلة جنس *Campylobacter spp* ويضم هذا الجنس حوالى ثمانية أنواع منها أنواع ممرضة للإنسان من أهمها:

C. jejuni , *C. fetus subsp fetus* , *C. coli* , *Campylobacter intestinalis* ,

والنوع *C. fetus subsp fetus* يسبب الإجهاض فى الماشيه أما *C. jejuni* فهو المسبب للتسمم الغذائى فى الإنسان.

البكتريا المسببه للمرض *Causative bacteria*

Campylobacter jejuni المنثيه الصائمية هو المسبب الرئيسى للإلتهابات المعويه فى الإنسان، والمسئول عن حالات عديدة من الإسهال.

الخواص المورفولوجية *Morphological properties*

عصوى حلزونية منحنى (٠,٢ : ٠,٥ × ٨ : ٥ µ) يصبح كروى أو بيضاوى فى المزارع القديمه، متحرك يحتوى سوطاً واحداً عند طرف الخليه أو طرفيها، غير متجثرم، سالب لصبغة جرام، يظهر حركة حلزونية (لولبيه corkscrew like motion).

الخواص المزرعية Cultivative properties

شحيح الإحتياجات الهوائية يفضل ٦ - ١٠ % O_2 ولا ينمو فى ٢١ % O_2 ، محب للحرارة (٣٠ - ٤٥ °م) والحرارة المثلى ٤٢ °م ولا يتكاثر على حرارة أقل من ٣٠ °م لذا لا يحتمل تكاثره فى الأغذية فى الدول معتدلة الحرارة (حرارة الغرفة أو أقل)، حساس للتجميد يقضى عليه عند - ١٨ °م، حساس للجفاف والحموضه لا ينمو على pH أقل من ٥,٣ والمثلى (٦ - ٨) والمدى (٥,٣ - ٩,٥).

الخواص التخمرية Fermentation properties

ينتج إنزيم Oxidase، Catalase ولا يستطيع الإستفادة من الكربوهيدرات ولا يختزل النترات ولا يسيل الجيلاتين ولا ينتج الأندول.

مصادر العدوى Sources of infection

تعتبر القناة الهضمية وضرع الحيوان وبرازه مصدراً لهذا الميكروب، كما يوجد فى أمعاء حيوانات المزرعة والدواجن والحيوانات الأليفة، ومياه المجارى والأنهار، كما يصيب حيوانات الدم الحار، وغالباً ما يعتبر اللبن الخام أو المبستر بطريقة غير كاملة مصدراً لهذا الميكروب إذ يوجد فى روث الماشيه وفى ألبان الحيوانات المصابه بالتهاب الضرع مما يسهل تلوث اللبن به، فقد وجد بمعدل ٠,٢ - ٤,٣ % من عدد العينات المختبرة (El. Kholy, 1992) ويعتقد أنه لا يتكاثر بالغذاء ويتكاثر فى القناة الهضمية.

إنتاج السموم Toxin production

بعض سلالاته تنتج توكسين معوى غير مقاوم للحرارة (CJT) heat ñ labile enterotoxin يؤدي لزيادة مستوى cyclic adenosin monophosphate (CAMP) فى الأمعاء وبالتالي الإسهال، كما أن للميكروب القدرة على غزو الأنسجة.

مدة الحضانه: Incubation period

١١-٢ يوم وغالباً ٣ - ٥ أيام.

الأعراض: Symptoms

ألم شديد فى البطن إذ يسبب إتهاب القناة الهضمية (إتهاب الأمعاء enteritis) -
إسهال - غثيان - صداع - حمى. يحدث شفاء بعد إسبوع وقد تستمر الأعراض ٣
أسابيع. فى الحالات الشديدة براز دموى - آلام فى البطن أشبه بآلام الزائدة الدودية،
إتهاب المرارة - عدوى الجهاز التنفسى، يمكن رؤية مخاط دموى وكرات دم بيضاء
فى البراز ميكروسكوبياً نتيجة غزو الميكروب لأنسجة الأمعاء.

١٢- الأمراض الناتجة عن بعض البكتريا التابعة لعائلة Rickettsiaceae

مقدمه:

هذه العائلة يضعها البعض ضمن البكتريا رغم أنها أصغر حجماً من البكتريا،
وتعيش فى خلايا الإنسان والحيوان، وليس لها القدرة على التكاثر خارج العائل،
وحجتهم فى ذلك أنها تتكاثر بالإنقسام الثنائى، ولها جدار خلوى يحتوى مكونات مماثلة
لمكونات جدر خلايا البكتريا وحساسه للمضادات الحيوية.

ويتبع هذه العائلة جنسان هما 1- Rickettsia 2- Coxiella

١- Rickettsia: وهى تمر من المرشحات البكتيرية (أكثر شبهاً بالفيروسات).

٢- Coxiella: وهى لا تمر من المرشحات البكتيرية (أكثر شبهاً بالبكتريا).

وما يهمنا هنا هو الجنس الأخير Coxiella الذى يتبعه بكتريا Coxiella burnetti

المسئول عن نوع من الحمى يسمى حمى Q أو حمى المجازر، وإسم المرض
مشتق من Query ومعناه الشك إذ ظل هذا المرض مدة طويلة مشكوك فيه وغير
معلوم.

ونتناول فيما يلى أهم خواص هذه البكتريا:

الخواص المورفولوجية Morphological properties

خلايا صغيرة متعددة الأشكال (٠,٢ : ٠,٤ × ٠,٤ : ١ µ) عصوى خيطى أو
بيضاوى وكروى ، سالب لجرام، غير متحرك يوجد أحياناً فى صورة diplococci.

الخواص المزرعية Cultivative properties

يمكن زراعته على مزارع الأنسجة plasma tissue culture وفي أجنة الكتاكيت فهو لا يتكاثر إلا في الخلايا الحية.

المقاومة Resistance

مقاوم للجفاف إذ يمكن أن يبقى (يعيش) بعيداً عن البيئة ١٠٩ يوم، لذا ينتقل عن طريق الإستنشاق، كما أنه مقاوم للحرارة فهو يقاوم ٦٠ °م / ساعة ويقتل على ٧١,٧ °م / ١٥ ث أو ٦٢,٨ °م / ٣٠ د، ويعزى ذلك لتكوين الجراثيم الداخلية endospores، فهو أكثر مقاومه لحرارة البسترة عن بكتريا السل *M. tuberculosis* لذا قد يستخدم كدليل ميكروبي an indicator organism في تحديد كفاءة عملية البسترة. ويبقى حياً عدة أيام في الماء واللبن ويقاوم التجميد (-٢٠ °م) إذ يمكن أن يعيش في هذه الدرجة لمدة عامين، ويقاوم ٠,٥٪ فورمالين، ١٪ فينول / ٢٤ ساعة، ويمكن أن يعيش في جبن التجبن الإنزيمي ٢٥ يوم، ولكن يموت في الزبادى في بحر ٢٤ ساعة نظراً لحموضته.

مصادر العدوى Sources of ifection

الحيوانات المنزلية والبقر والماعز والغنم، وينتقل منها للإنسان عن طريق إستنشاق الأتربة وتناول الأغذية الملوثة واللبن الخام ومنتجاته غير المعاملة حرارياً الملوثة بالميكروب، وكذا بواسطة الحشرات، ويعتبر القراد، القمل وبق الفراش، الذباب، ماشية اللبن من عوامل نقل العدوى.

وينمو الميكروب بصورة أفضل في الفجوات العصارية لخلايا عائل الحيوانات المفصليه والفقاريات ولاسيما القروء، ويبقى الميكروب في الماشية لفترة طويلة (حوالي ٢٠٠ يوم) وتكون مصدراً للعدوى، وتبدو الحيوانات المصابة سليمة ظاهرياً، وقد لا يظهر أى تغيرات غير طبيعيه على اللبن الناتج من الحيوان المصاب، ويفرز الميكروب في ألبان الحيوانات المصابة. وكذلك أثناء الولادة. وقد يسبب الميكروب إتهاب الضرع في البقر، ويتميز اللبن الناتج من الحيوان المصاب بإرتفاع نسبة الدهن (أحياناً) والنيتروجين الكلى، النيتروجين غير البروتينى، والكلور، pH، وإنخفاض

اللاكتوز والكازين ويعتبر شرب لبن خام ناتج من حيوان مصاب أو تلوث بعد البسترة من مصادر العدوى. وتحدث العدوى فى الدم بفعل القراد والحشرات والتي تنقل الميكروب من حيوان لآخر. ومن الدم ينتقل الميكروب ليصيب جميع الأعضاء (الضرع - نخاع العظام - العقد الليمفاوية) ونادراً ما تحدث العدوى بالملامسة. ويقال أن الأعداد الملوثة للبن ومنتجاته واللحوم ومنتجاتها أقل من أن تحدث العدوى.

مدة الحضانه: Incubation period: ٢ - ٣ أسابيع

الأعراض: Symptoms

تظهر الأعراض عندما يصل الميكروب إلى الجهاز التنفسى وتتمثل فى الحمى والصداع والعرق الشديد والضعف والالتهاب الرئوى pneumonia والتهاب الجهاز العصبى المركزى.

الحساسيه والمناعه:

تعطى الإصابه بالمرض الشخص المصاب مناعة لمدة غير محدودة.

الوقايه

- ١- المعاملة الحراريه الكافيه للبن.
- ٢- الرقابه على الحيوانات الأليفة المستورده.
- ٣- إتخاذ الإحتياطات الصحيه.

الفصل الثامن

التلوث بالفطريات

(التلوث الغذائي الفطري Mycological food poisoning)

رغم أن أنواع معينة من الفطريات تستخدم في صناعة أصناف من الجبن إلا أن العديد من الفطريات يعتبر وجودها في المنتجات اللبنية أمراً غير مرغوب لما ينتج عنها من سموم فطرية وتغيرات حسية تتمثل في الطعم واللون والرائحة.

السموم الفطرية Mycotoxins

مقدمه:

المواد السامة هي مواد موجودة في البيئة تسبب أضراراً كثيرة للإنسان بدءاً من اضطرابات الجهاز الهضمي وحتى الأورام (السرطان)؛ ومن هذه المواد الأدوية وبعض المضافات الغذائية، المبيدات، المواد الكيماوية الصناعية وغيرها من ملوثات البيئة، هذا بجانب السموم الطبيعية والأخيرة ليست من صنع الإنسان ولكنها سموم ذات أصل نباتي أو حيواني أو ميكروبي. والسموم الميكروبية هي السموم التي تنتجها البكتيريا أو الفطر والسموم الفطرية يطلق عليها لفظ Mycotoxins.

تعريف السموم الفطرية وامثلة لها:

هي إفرازات خارجية عبارة عن نواتج التمثيل الثانوي للفطر؛ وهي غير ضرورية لنمو الفطر ولا يعرف فائدة لها بالنسبة للفطر. ويطلق على هذه السموم لفظ

Mycotoxins وهى مشتقة من الكلمة اللاتينية MYKHE (mykes) بمعنى فطر Fungus والكلمة اللاتينية TOE/KON (toxicum) بمعنى سموم poisons، وتلوث هذه السموم غذاء الإنسان وعليقة الحيوان والمواد الخام الداخلة فى تصنيعهما، مما يسبب تسمماً للإنسان وحيواناته الأليفة حتى ولو بتركيزات ضئيلة أقل من ١٠ µg / كجم من وزن الجسم.

وتوجد هذه السموم فى جراثيم الفطريات أو تفرز فى البيئة التى تنمو عليها. وتقيم سلامة الغذاء على أساس خلوه من هذه السموم أكثر من التعرف على مجرد نمو الفطر، إذ أن وجود الفطر لايعنى بالضرورة وجود سم فطرى معين بالغذاء.

وتختلف السموم الفطرية عن السموم البكتيرية، فالسموم البكتيرية مواد ذات وزن جزيئ كبير كالببتيدات والبروتينات وليبيدات السكريات العديدة Lipopolysaccharides وهى سموم أنتيجينية antigenic، بينما السموم الفطرية غير أنتيجينية non-antigenic وهى ذات وزن جزيئ صغير نسبياً إلا أنها أكثر تعقيداً من الوجهه الكيماوية. ويصعب فصلها أو التعرف عليها بإستخدام التحليل الكروماتوجرافى الغازى السائل GLC لقلّة تطايرها كما أنها مقاومة للحرارة بدرجة يصعب معها إتلافها بدرجات الحرارة التقليدية المستخدمة فى عمليات التصنيع أو الطهى، كما أن إنخفاض وزنها الجزيئ يسمح بإنتشارها فى الأغذية ذات النشاط المائى Water Activity aw المرتفع نسبياً، لذا يلاحظ أن إزالة الأجزاء المصابة بالفطريات من هذه الأغذية أو التنظيف الميكانيكى لها قد لا يؤدى إلى التخلص الكامل من السموم المتكونه لذا يجب تجنب نمو الفطريات على هذه الأغذية.

وتعتبر السموم الفطرية من أقوى السموم الميكروبيه المعروفة وتسبب أمراضاً خطيرة للكبد والكلى والقلولون والجهاز الهضمى والعصبى والتنفسى وجهاز المناعة.

ويطلق على الآثار الضارة للسموم الفطرية (أى أعراض التسمم Toxicity Syndromes) لفظ Mycotoxicoses أو Mycosis وهذه الآثار والتى تشمل التسمم الحاد، والأمراض السرطانية والمطفرات ألخ موجودة من زمن طويل إلا أنها ظلت كمرض مجهول (دون إكتشاف سببها) حتى سنة ١٩٥٩ حين حدثت عدة وفيات لآلاف من الرومى وغيره من الطيور الداجنة فى إنجلترا، وبدراسة أسباب هذا

المرض والذي عرف في هذا الوقت باسم (مرض x الرومى) Turkey X Disease عرف أن سببه يرجع إلى مادة سامة موجودة في مجروش الفول السوداني البرازيلي، الذي كان يستورد ويستخدم كمصدر للبروتين في عليقة هذه الطيور.

وأن هذه المادة السامة ينتجها نوعان من الفطريات ملوثان للفول هما *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* وسميت هذه المادة أفلاتوكسين Aflatoxin مشتقة من الفطر *Aspergillus flavus* وكان هذا أول نوع اكتشف من السموم الفطرية. ويوجد حالياً أكثر من (٣٥٠) نوعاً من السموم الفطرية تسبب مخاطر صحية للإنسان والحيوان وقد تم توصيف هذه السموم والتعرف على تركيبها فمنها سموم الأوكراتوكسينات Ochratoxins، الربراتوكسين Rubratoxins والترايكوثيسينات Trichothecene والباتيولين Patulin الإسترجماتوسستين Stigmatocystin والسترنين Citrinin وحمض البنسيليك Penicillic acid والتريكوثيسينات Trichothecene والزيارولينون Zearalenone.

وتؤكد الدراسات أن الأجناس الثلاثة: الأسبرجلس *Aspergillus* والبنسليوم *Penicillium* والفيوزاريوم *Fusarium* هي المسؤولة عن إنتاج أكثر من 2/3 السموم الفطرية المعروفة، وبينما يوجد حوالي ٤٠ نوعاً تابعاً لجنس *Aspergillus*، وما لا يقل عن ٥٠ نوعاً لجنس *Penicillium* يوجد عدد كبير يصعب تقديره من أنواع تتبع جنس *Fusarium* قادرة على إفراز سموم فطرية مختلفة، كما توجد أنواع أخرى حوالي ١٥٠ تابعة لإجناس مثل *Alternaria*، التراي كوديرما *Trichoderma* وغيرها وجميعها لها القدرة على إنتاج وإفراز سموم فطرية.

وتوجد هذه السموم في الأغذية على هيئة سموم داخلية Endotoxins مخزونه في الميسليوم والجراثيم الفطرية أو سموم خارجية Exotoxins والتي تفرز نتيجة نمو وتكاثر الفطريات. وتختلف الجرعات المؤدية للتسمم طبقاً لعدة عوامل منها:

- ١- تركيز السم الفطري ووجود سموم أخرى تضاعف أو تثبط من فعل السم الفطري.
- ٢- حالة وعمر المستهلك حيث يكون الضعيف وصحياً والأصغر سناً أكثر حساسية للتسمم الفطري.

٣- درجة السمية الفطرية (سمية خفيفة - سمية متوسطة - سمية شديدة).

كما تختلف السموم فيما تضره من أعضاء الجسم، فبعضها يؤثر أساساً على الكبد، والبعض يتلف الكلى، والبعض يضر بالجلد أو الجهاز العصبى. ولبعضها تأثيرات سمية أو دموية وإليك بعض الأمثلة:

أ- الأفلاتوكسينات: Aflatoxins

يؤدى التسمم بها إلى إدماء فى الجهاز العصبى، وإسهال وبراز مدمم، رشح وتليف الكبد والقلب، أودىما فى الصفراء وتحت الجلد وبين العضلات، وإنخفاض الهيموجلوبين، وعدم كفاءة وظيفة الكبد.

ب- الأوكراتوكسين: Ochratoxins

يؤدى التسمم به إلى الجفاف، وتضخم الكبد والكلى والطحال والبنكرياس، مع عدم كفاءة وظيفة الكلى، وزيادة حمض اليوريك والكرياتين فى الدم، وزيادة إخراج البول.

ج- السيترينين: Citrinin

يؤدى التسمم به إلى اضطرابات فى الدورة الدموية وإسهال وصعوبة فى التنفس.

د- التريكوثيسينات: Trichothecene

يؤدى التسمم به إلى القيء، وأمراض عصبية، وتضخم الجهاز الهضمى والكلى، كما يؤدى إلى الأودىما.

هـ - الأسترجماتوسستين: Stregmatocystin

يؤدى التسمم به إلى نزيف فى التجويف الصدرى والبطنى والجهاز الهضمى والإسهال المدمم، وإلتهاب وتضخم الطحال.

و- الباتيولين: Patulin

يؤدى إلى إختلاف فى التركيب الكيماوى للكبد.

الفطريات المنتجة للسموم والمغزولة من الجبن

يبين الجدول (٢٥) أهم الفطريات المغزولة من الجبن ونسبة كل منها إلى المجموع الكلى

جدول (٢٥) أهم الفطريات المعزولة من الجبن ونسبة كل منها إلى المجموع الكلى

نوع الجبن	% أجناس الفطريات المعزولة من الجبن					
	البنسليوم <i>Penicillium</i>	الأسبرجلس <i>Aspergillus</i>	كلادوسبوريم <i>Cladosporium</i>	ألترناريا <i>Alternaria</i>	فيوزاريوم <i>Fusarium</i>	أجناس أخرى
تشدر	٨٢	٦,٦	٢,٠	١,١	١,١	٧,٠
سويسرى	٨٧	٠,٥	—	—	—	١٣,٠
أدم وجودا	٥٣	٣٤	—	—	—	١٣,٠
مطبوخ	٩٥	٢,٤	—	—	—	٢,٤
جاف مصرى	٢٦	٢٢	٢٣	—	—	٥
دمياطى	٣١	٣٢	١٥	٦,٤	٢,٦	١٠

ونشير فيما يلى إلى أهم السموم التى تنتجها بعض أنواع الأجناس.

أ- أهم السموم التى تنتجها بعض أنواع جنس الأسبرجلس *Aspergillus spp*

يعتبر جنس الأسبرجلس من الفطريات التعفنفة، ومعظم الأنواع التابعة لهذا الجنس مرضية او مفسدة للأغذية فمنها مايسبب اضراراً صحية للحيوان (إجهاض معدى)، ومنها مايصيب الطيور، ومنها ماينتج سموماً للحيوان والإنسان.

فرغم أن جنس الأسبرجلس المعزول من جبن تشدر لايمثل أكثر من ٦,٦% من الفطريات المعزولة من هذا الجبن إلا أن ٤٨% من انواع هذا الجنس كانت سامة لجنين البيض.

ويبين الجدول (٢٦) أهم أنواع جنس الأسبرجلس المعزولة من عديد من الجبن من مختلف انحاء العالم والتوكسينات التى تنتجها.

ب - أهم السموم التى تنتجها بعض أنواع جنس البنسليوم *Penicillium spp*

يعتبر جنس البنسليوم من أكثر الأجناس المعزولة من عدة أنواع من الجبن، ورغم ان العديد من الأنواع التابعة لهذا الجنس تنتج المضاد الحيوى بنسلين، إلا أن الكثير

من انواع هذا الجنس تنتج سموماً فطرية، وقد وجد ان ٣٠٪ من أنواع هذا الجنس المعزول من جبن تشدر و ٢٥٪ المعزولة من الجبن السويسرى كانت سامة لجنين البيض، ٤٥٪ من الأنواع المعزولة من جبن الجودا وتشدر فى جنوب أفريقيا سامة للبط. ويبين الجدول (٢٧) بعض أنواع جنس البنسيليوم المعزولة من بعض المنتجات اللبنية والسموم التى تنتجها.

جدول (٢٦) بعض أنواع جنس الأسبرجلس المعزولة من الجبن والسموم التى تنتجها.

السموم	الفطر
Kojic acid , citrinin , xanthoascidin	<i>A. candidus</i>
Aflatoxins , aflatrem , sterigmatocystin, Kojic acid, aspergillic acid, α ñ cyclopiazonic acid , β ñ nitro propionic acid	<i>A. flavus</i>
Fumigatoxin , gliotoxin , termorgenic mycotoxins	<i>A. fumigatus</i>
Physcion , erythroglaucin	<i>A. glaucus</i> group
Sterigmatocystin	<i>A. nidulans</i> , <i>A. sydowi</i>
Aflatoxins	<i>A. nominus</i> , <i>A. parasiticus</i>
Nigragillin , malformins , aurasperone , oxalic acid	<i>A. niger</i>
β - nitropropionic acid	<i>A. oryzae</i>
Austdiol , sterigmatocystin	<i>A. ustus</i>
Sterigmatocystin , versicolorin A , α ñ cyclopiazonic acid	<i>A. versicolor</i>

جدول (٢٧) بعض أنواع جنس البنسيليوم المعزولة من بعض المنتجات اللبنية والسموم التى تنتجها.

السموم	الفطر
Brevianamide , mycophenolic acid	<i>P. berycompactum</i>
Penitrem A and roquefortine	<i>P. crustasum</i>
Penitrem A , α ñ cyclopiazonic acid, patulin , penicillic acid , viomellein, xanthomegnin , ochratoxin A	<i>P. cyclopium</i>
Penicillic acid, roquefortine , PRtoxin , isofumigaciativens A & B, mycophenolic acid ,siderophores	<i>P. roqueforti</i>
Ochratoxin A , citrinin , xanthomegnin , viomellein , penicillic acid ,viridicatum toxin , brevianamide A , mycophenolic acid , α - cyclopiazonic acid	<i>P. viridicatum</i>

وفيما يلي بعض أجناس الفطريات الأخرى والمعزولة من الجبن:

١- جنس *Alternaria*: مصدر هام للسموم الفطرية إلا أنه نادر في الجبن.

٢- *Caldosporium*: ينتج سموماً سامة لجنين البيض منها:

Fagiclosporin acid, epiclosporin acid, emodic, allergens.

٣- *Fusarium*: مصدر هام للسموم الفطرية إلا أنه نادر في الجبن.

٤- *Drechslera*: ينتج *Sterigmatocystin*.

٥- *Gliocladium*: ينتج *Trichothecene*.

٦- *Rizopus*: ينتج *Rhizonin*.

٧- *Rizoctonia*: ينتج *Slaframine, Swainsonine*.

٨- *Trichoderma*: ينتج *Gliotoxin, Trichothecene*.

٩- *Verticillium*: ينتج *Verticillin A*.

ملحوظة:

قد وجد أن بعض الفطريات المستخدمة في تسوية بعض الجبن مثل جبن الـركفور - كمبرت، ستيلتون - جرجونزولا تكون سموماً إلا أنه لم يثبت حتى الآن أن هذه الأنواع تنتج كميات ملموسة من السموم أثناء تسوية وتخزين الجبن.

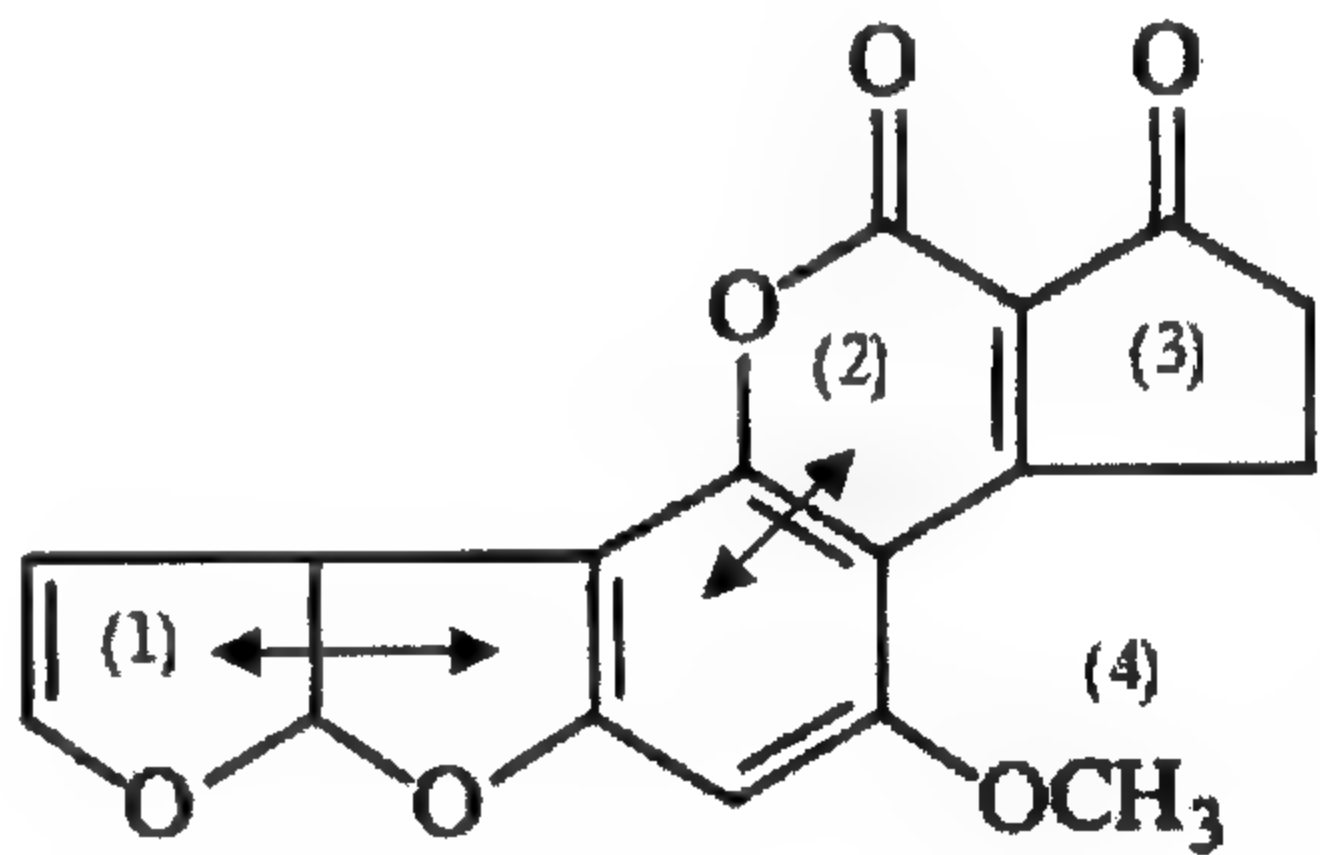
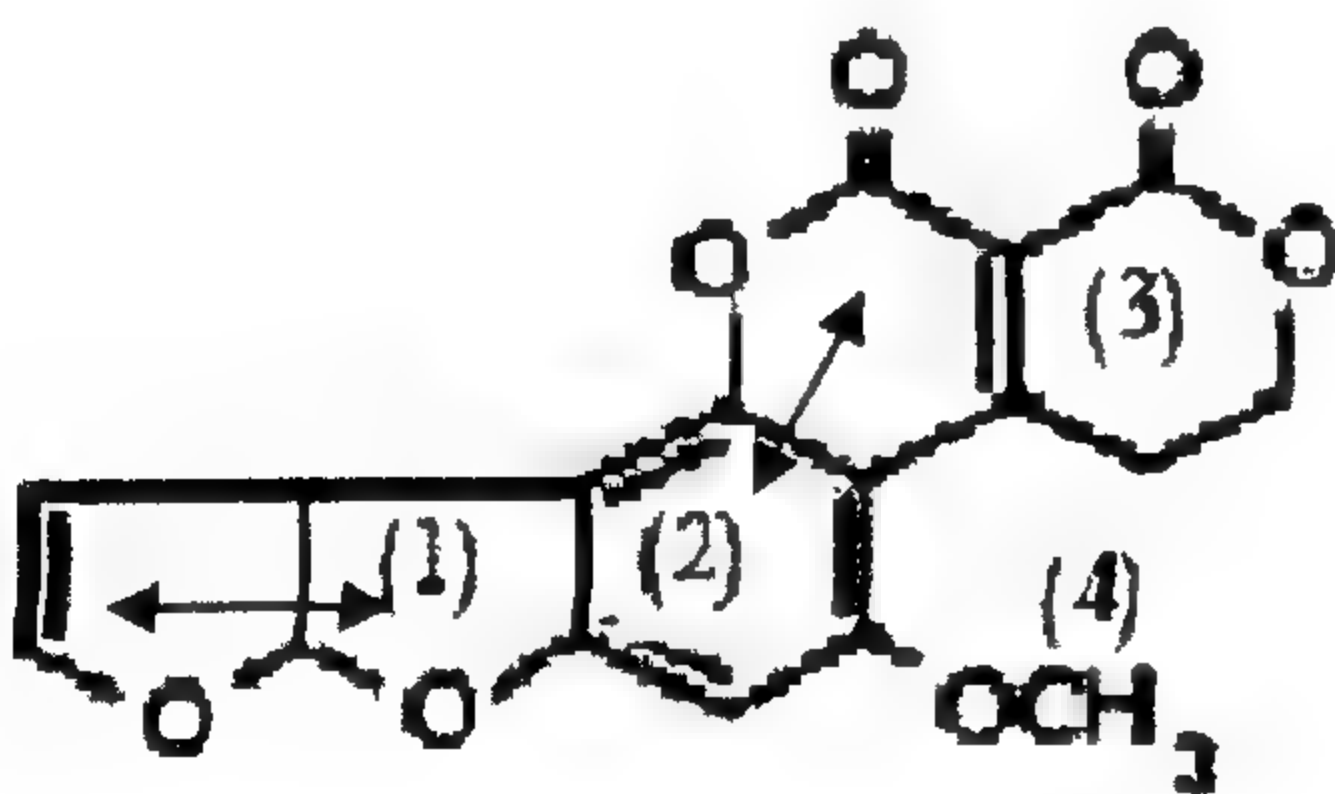
مما سبق نرى أن المنتجات اللبنية من الأغذية المعرضة للإصابة ببعض الفطريات المنتجة للسموم. وأن معظم هذه الفطريات تتبع جنس *Aspergillus*, *Penicillium*, وسوف نتناول فيما يلي الأفلاتوكسينات باعتبارها أكثر السموم الفطرية إنتشاراً ودراسة.

الأفلاتوكسينات Aflatoxins أحد السموم الفطرية

التركيب الكيماوي Chemical structure

تعتبر الأفلاتوكسينات من أول السموم الفطرية التي تم التعرف عليها (Turkey X Disease) والتي تنتجها فطريات معظمها تابع لجنس *Aspergillus* خاصة *A. flavus*, *A. parasiticus* وإشتق إسمها من الفطر *A. flavus*.

وجميع الأفلاتوكسينات مركبات أكسجينية حلقية بها ١٧ ذرة كربون وتحتوى فى تركيبها بجانب الكيومارين (Coumarin) (Benzo α - pyrone) والفورفوران (Furfuran) ومجموعة الميثيل methoxy على جانب

أ- حلقة Cyclopentanone	ب- حلقة Lactone
مجموعة (A F B)	ب - حلقة Lactone بها ذرة (O) مرتبطة برابطة مزدوجة مجموعة (A F G)
 <p>مجموعة AFB تتكون من</p> <p>1- Furfuran 2- caumarin (benzo α ñ pyrone) 3- Cyclopentanone 4- Methoxy group</p>	 <p>مجموعة AFG تتكون من</p> <p>1- Furfuran 2- caumarin (benzo α ñ pyrone) 3- lactone 4- Methoxy group</p>

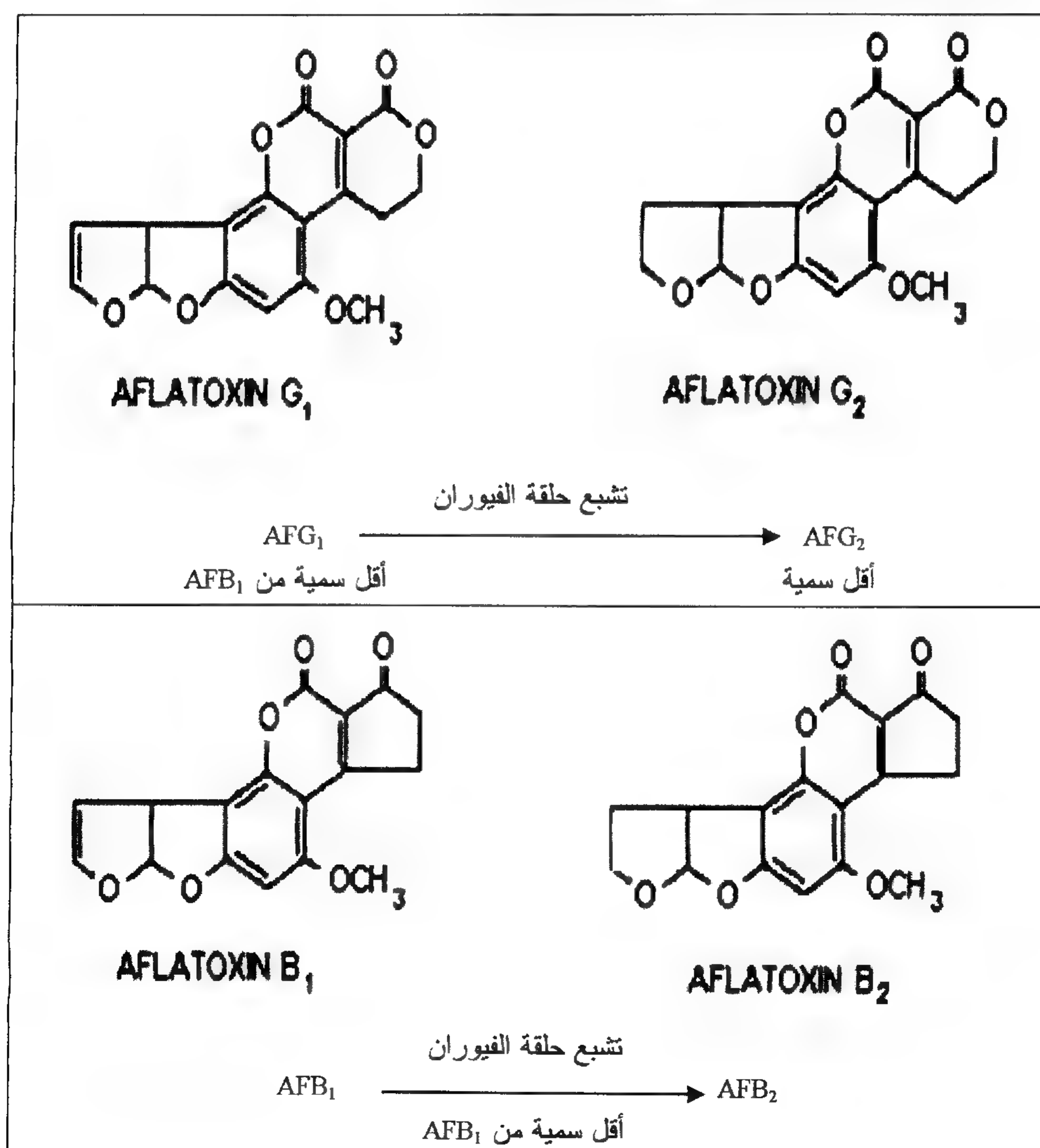
ويوجد أربع مجموعات أساسية من الأفلاتوكسينات هي B_1 , B_2 , G_1 , G_2 وتتميز المجموعة B بإحتوائها حلقة Cyclopentanone وإعطائها وميضاً أزرقاً تحت الأشعة فوق البنفسجية UV كما تتميز المجموعة G بإحتوائها حلقة lactone وإعطائها وميضاً أخضراً تحت الأشعة فوق البنفسجية UV (طول موجى ٣٦٠ nm نانومتر).

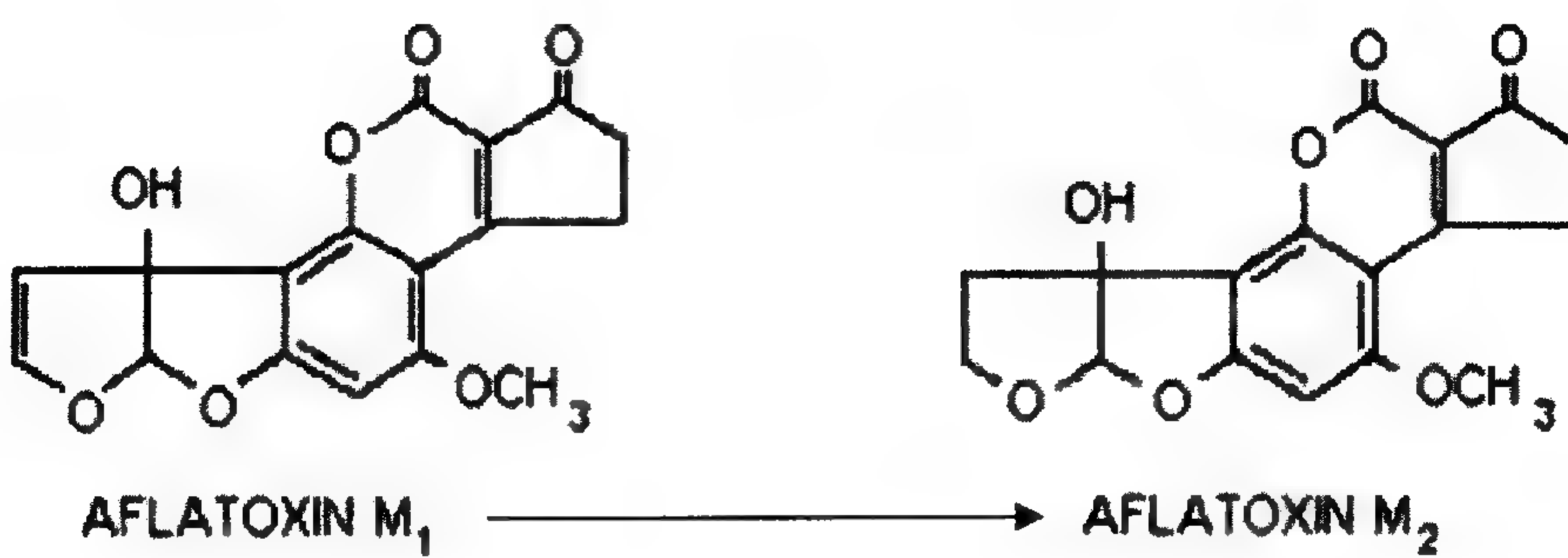
ومن هاتين المجموعتين يشتق العديد من الأفلاتوكسينات الأخرى مثل:

B_2 , ويعتبر B_{2a} Aflatoxical(RO), parasiticol (BL), D_1 , P_1 , G_{2a} , G_{M1} , M_1 , M_2 من أكثر الأفلاتوكسينات.

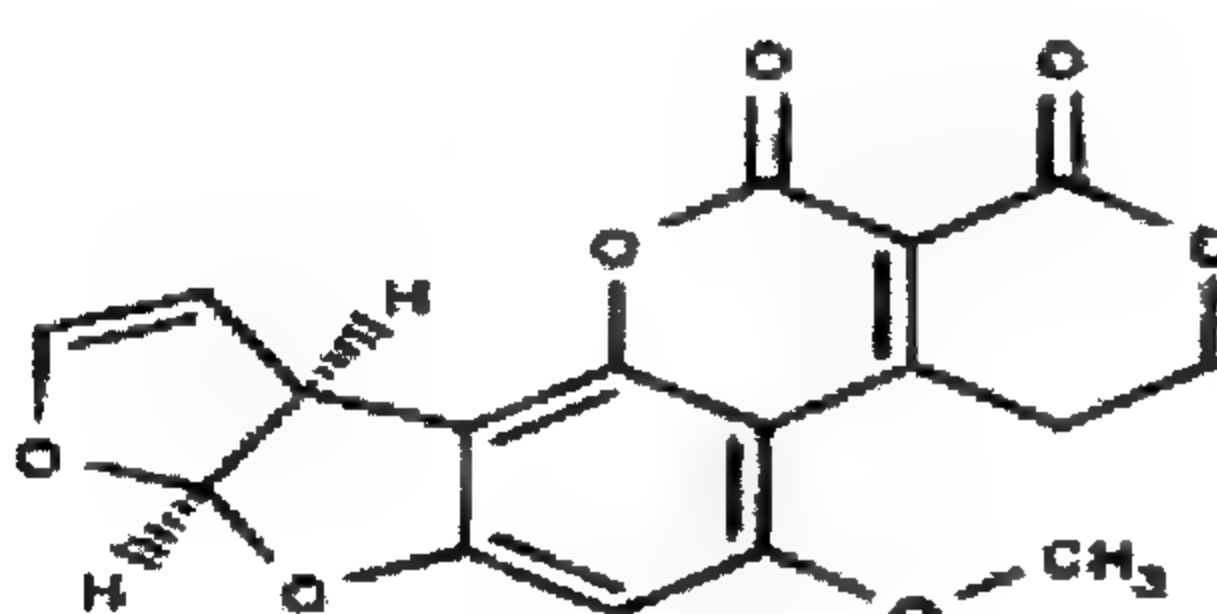
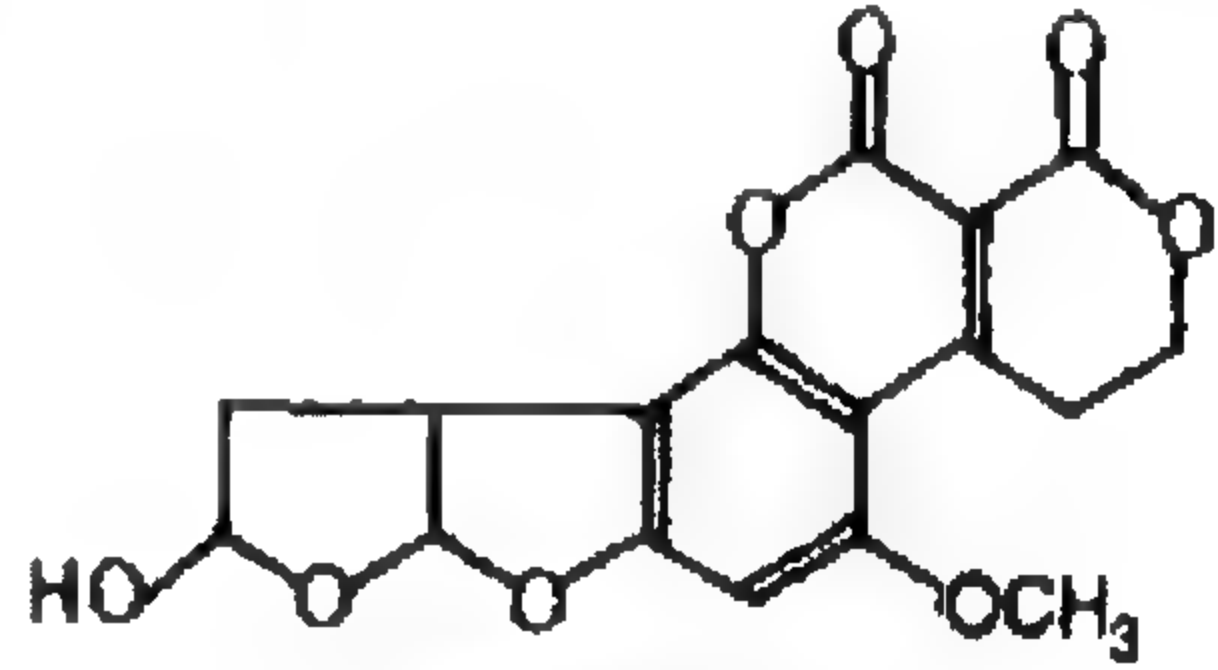
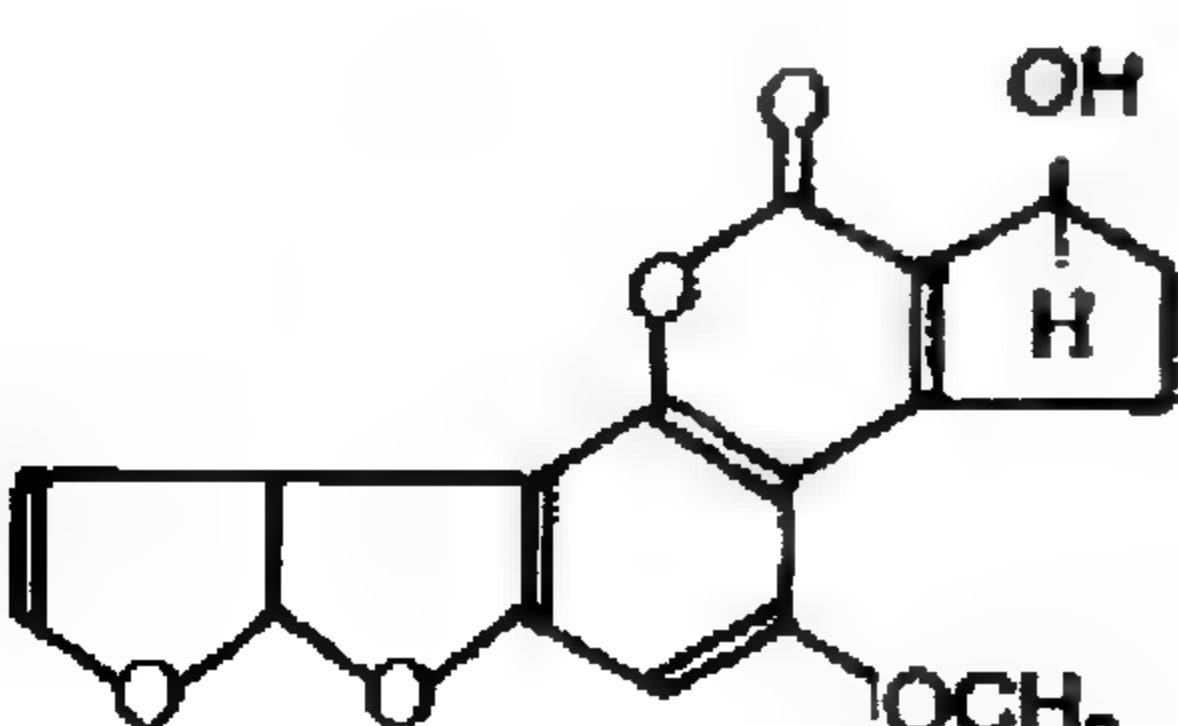
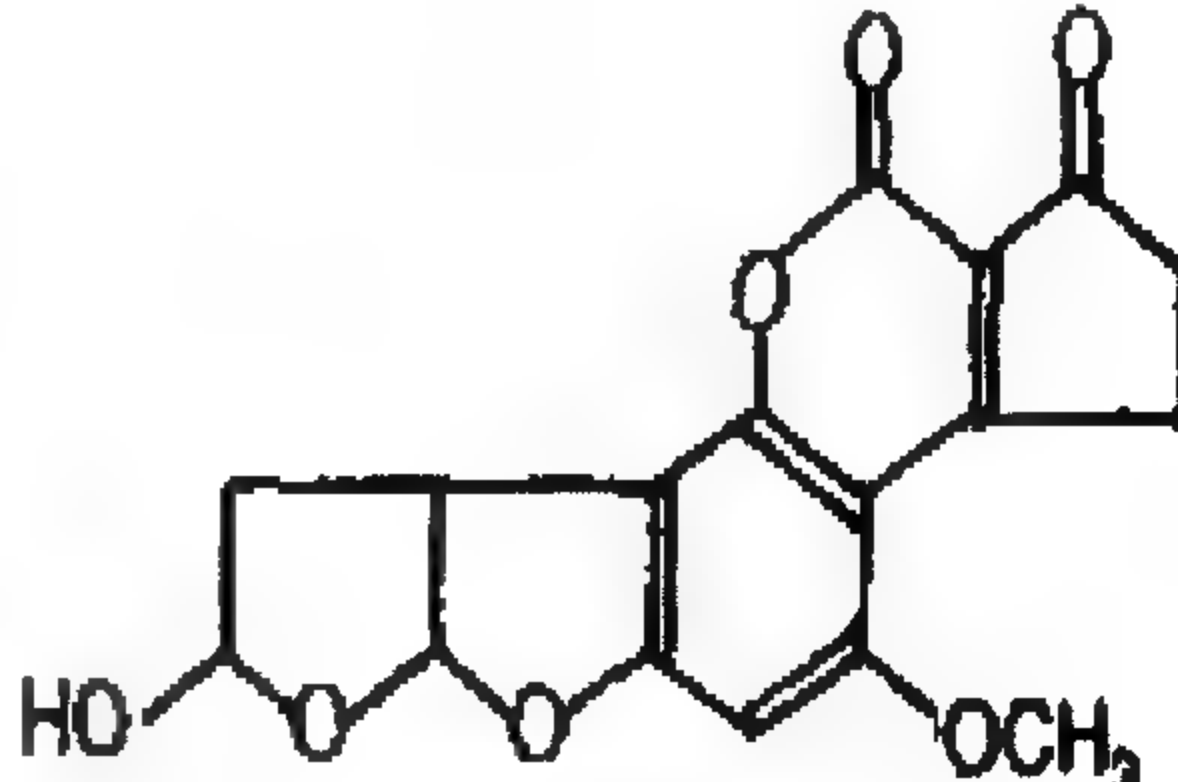
وتوجد AFM_1 , AFM_2 في ألبان الحيوانات عند تناولها عليقة ملوثة بهذه التوكسينات خاصة مجموعة AFB كما تظهر أيضاً في بول تلك الحيوانات وتبين التراكيب التالية أهم هذه الأفلاتوكسينات.

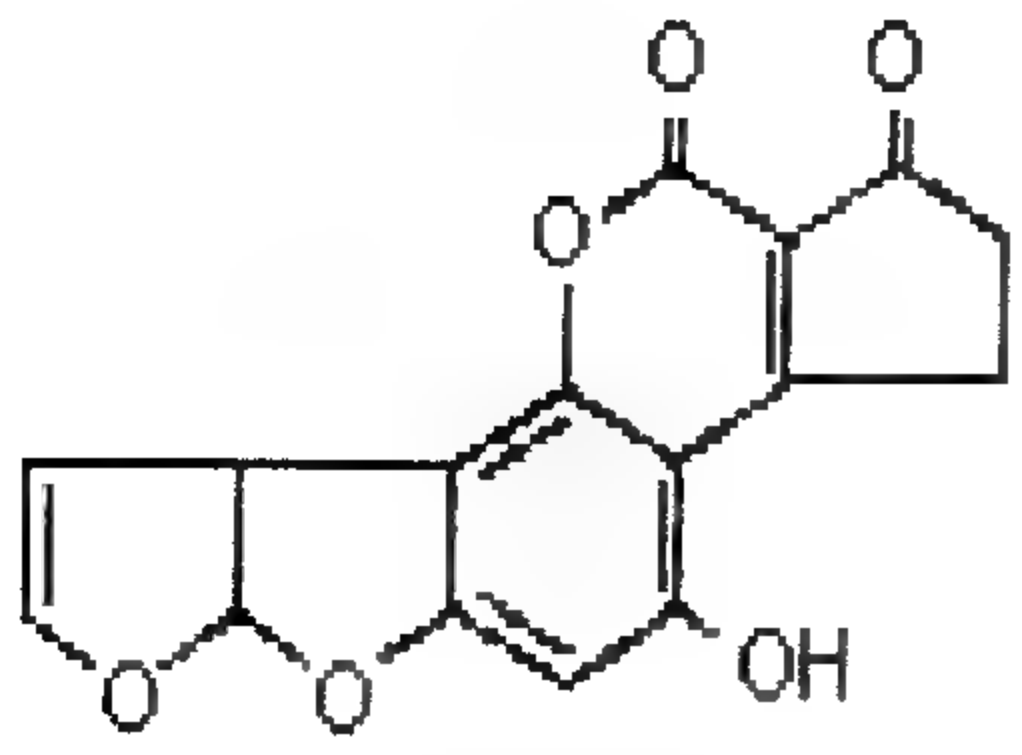
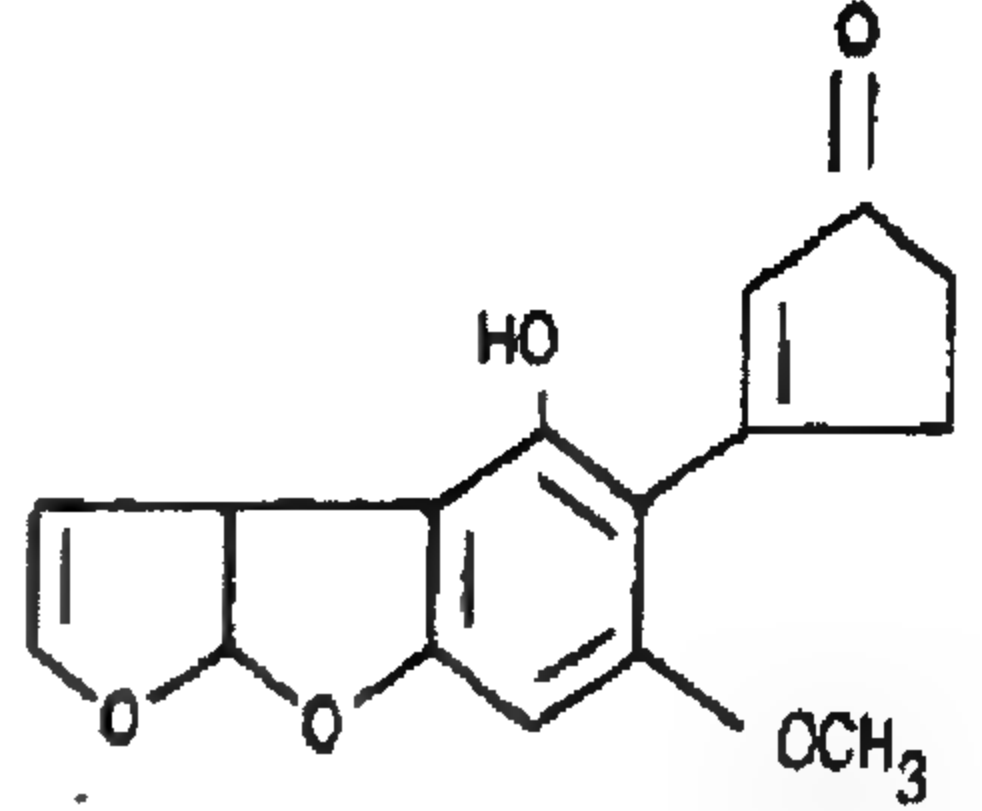
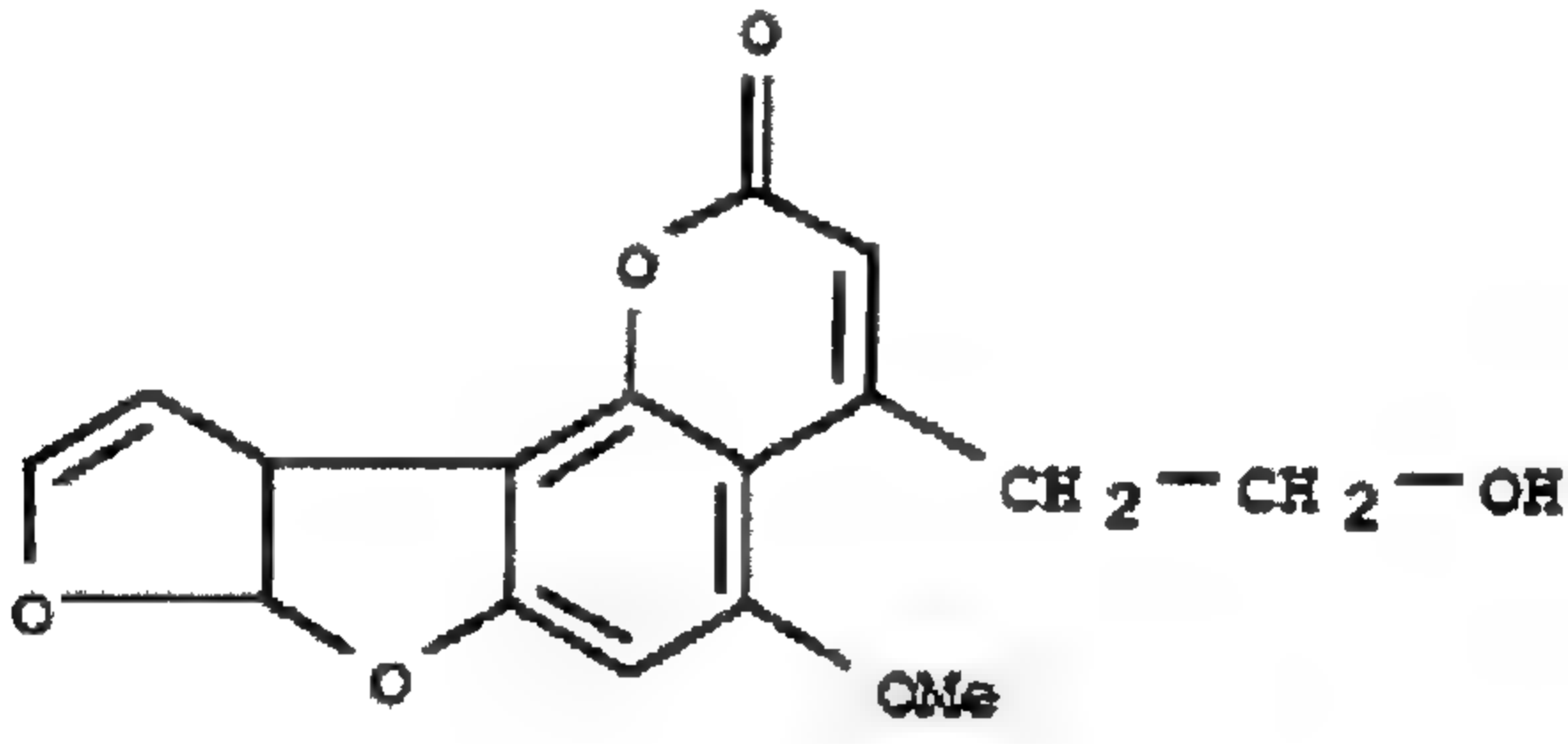
أ- التركيب الكيماوي لأهم الأفلاتوكسينات شيوعاً



<p>بإضافة (OH) إلى حلقة الفيوران تقل السمية وتعطى</p>	
 <p>AFLATOXIN M₁ → AFLATOXIN M₂</p> <p>بتشبع حلقة الفيوران</p>	
<p>بإضافة (OH) لحلقة الفيوران تؤدي لقلّة سمية AFB₁ عن AFM₁</p>	<p>تشبع حلقة الفيوران بجانب إضافة OH تقلل سمية AFM₂ عن AFB₂</p>

ب - أفلاتوكسينات أخرى أقل شيوعاً

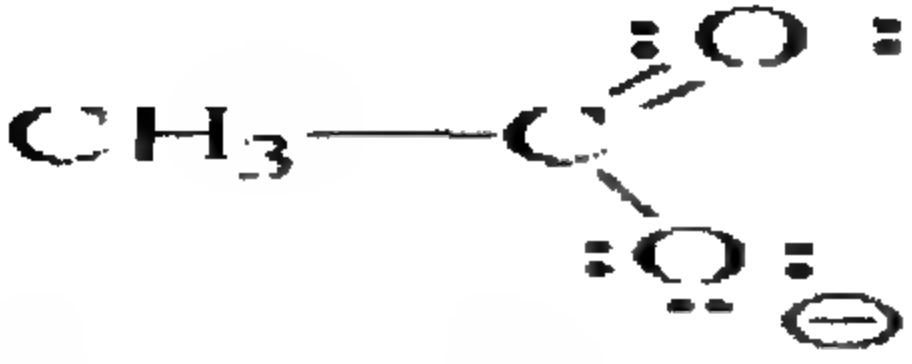


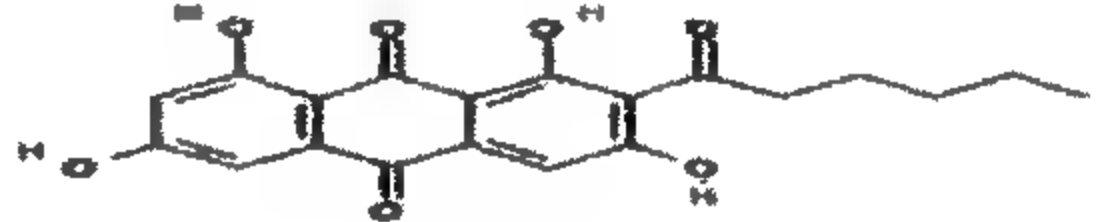
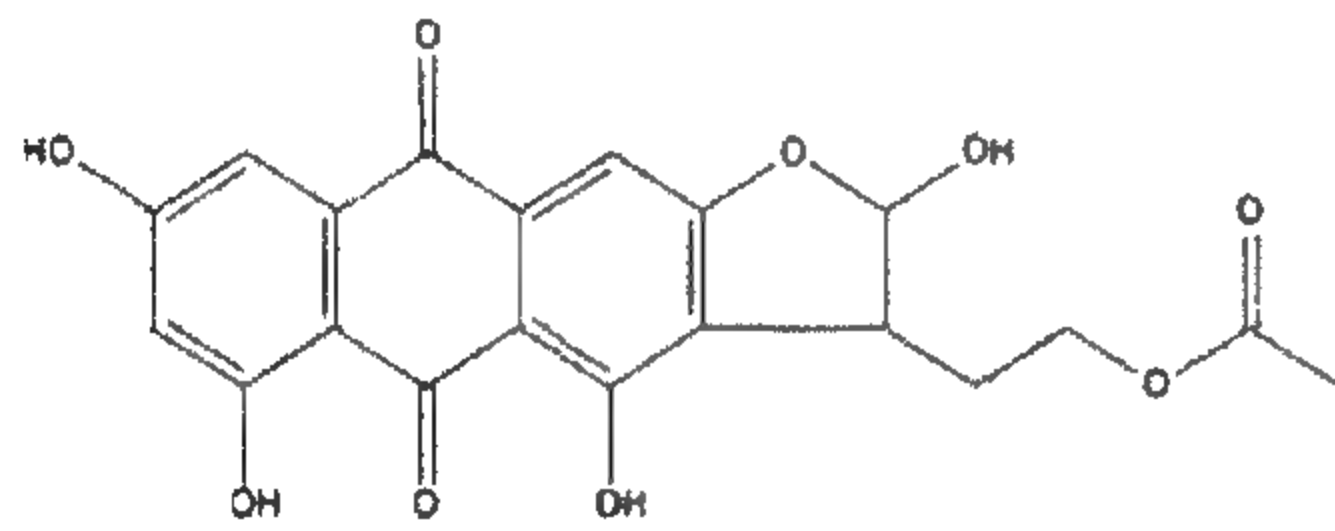
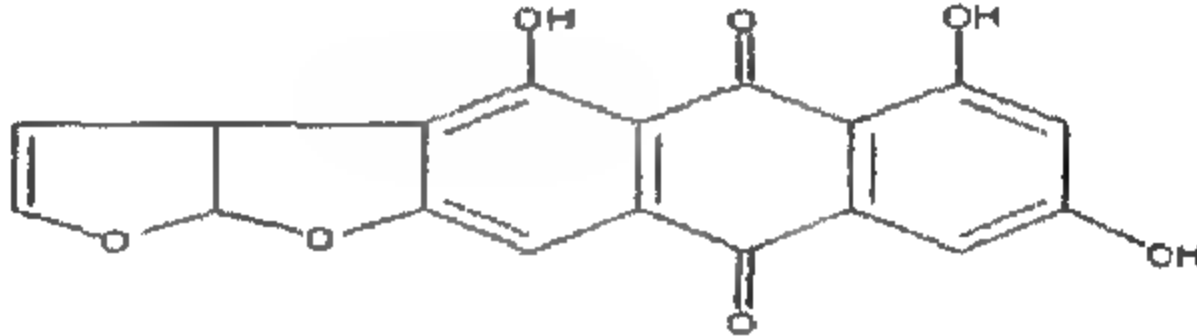
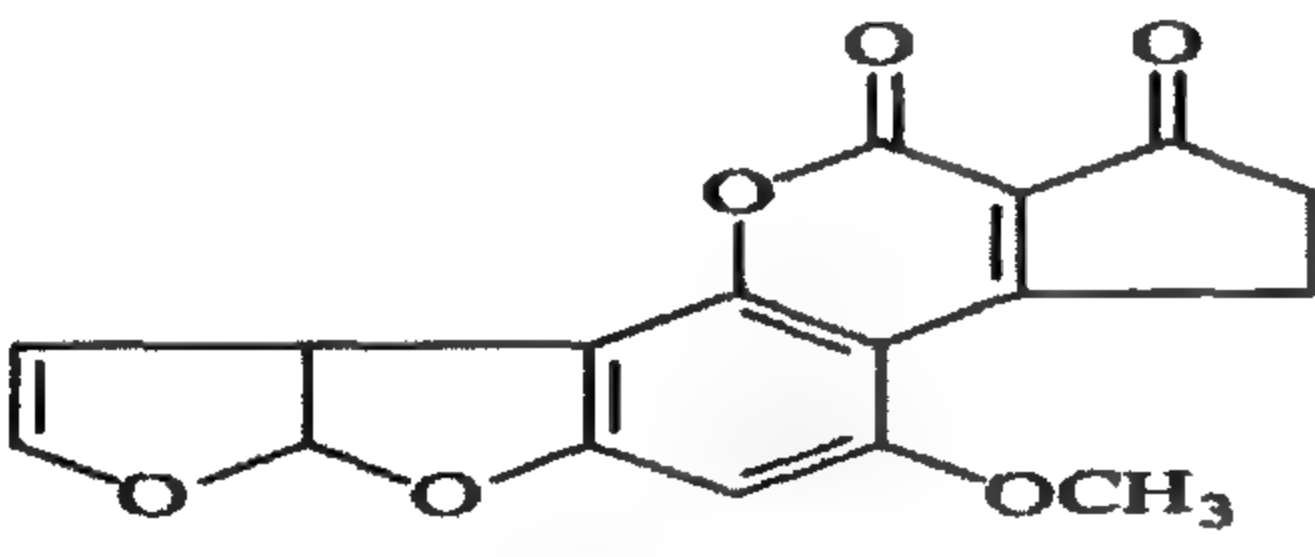
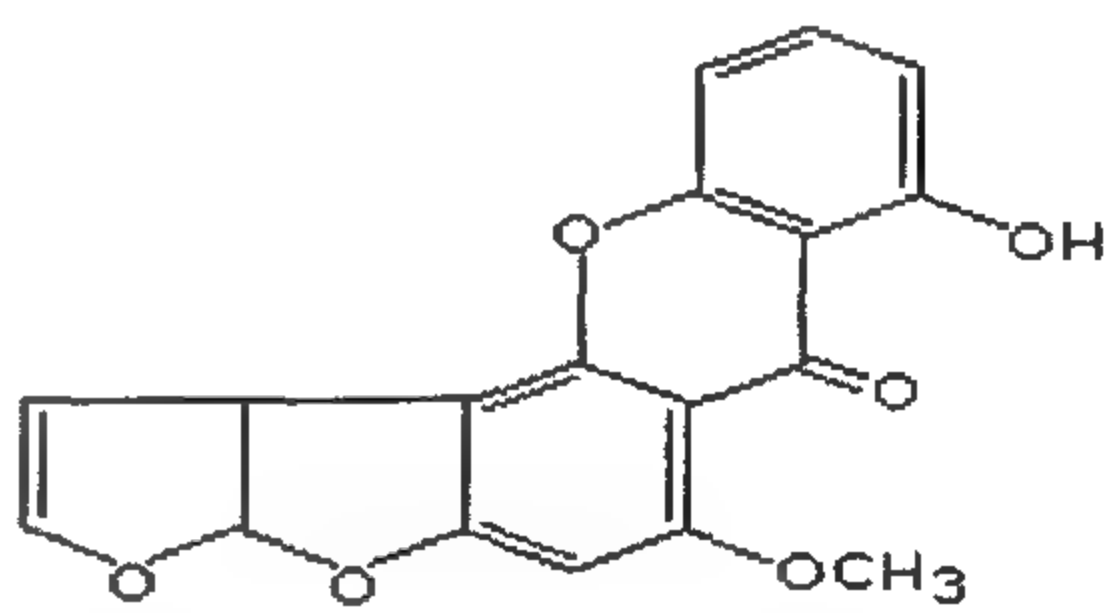
 <p>AFGM₁</p>	 <p>aflatoxin G_{2a} AFG2a</p>
 <p>aflatoxicol Aflatoxicol (RO)</p>	 <p>aflatoxin B_{2a} AFB2a</p>

 <p>AFLATOXIN P₁</p>	 <p>Aflatoxin D1</p>
 <p>Parasiticol (BL)</p>	

التخليق الحيوي للأفلاتوكسين B₁: Biosynthesis of AFB₁

يعتبر AFB₁ أشد الأفلاتوكسينات، وكذا التوكسينات الفطرية الأخرى سمية ومن AFB₁ تشتق غالبية الأفلاتوكسينات الأخرى، كما أن معظم التوكسينات الفطرية الأخرى خلاف الأفلاتوكسينات تعتبر مركبات وسطية تشترك في تخليقه كما يتضح من التخطيط التالي والذي يبين التركيب البنائي للمركبات الوسيطة الداخلة في تخليق AFB₁ ومنه يتضح انه يخلق من الخلايا، مجموعة Methoxy ويقال ان مصدر هذه المجموعة هو الحمض الأميني ميثوثين.

خطوات تخليق AFB₁

 <p>Acetate (١)</p>	 <p>Poly ketide (٢)</p> <p>وهو عبارة عن مجموعات أستات مع بعضها</p>
 <p>Averantin (٤)</p>	 <p>Nor solarinic acid (٣)</p>
 <p>Versiconal hemiacetal acetate (٥)</p>	 <p>Versicolorin A (٦)</p>
 <p>Aflatoxin B₁ (٨)</p>	 <p>Sterigmatocystin (٧)</p>

التأثير الحيوى للأفلاتوكسينات Biological effects

الأفلاتوكسينات مواد شديدة السمية مسببة سرطان الكبد والطفورات الوراثية، وتؤثر على الحيوان والإنسان والنبات، ويختلف LD_{50} وتأثيرها على صحة الحيوان باختلاف:

١- نوع الحيوان: فمثلاً العجول والكتاكيت والبط والخنازير أكثر حساسية لـ AFB_1 (أى تموت بجرعات صغيرة) بينما الماعز والغنم والفئران أكثر مقاومة نسبياً (أى تموت بجرعات أكبر) وقد يرجع ذلك لإختلاف طبيعة التمثيل الغذائى لهذه الحيوانات.

٢- كما تختلف LD_{50} باختلاف عمر الحيوان وجنسه فتزداد الحساسية بصغر السن كما أن الإناث أكثر تحملاً من الذكور.

٣- وكذا بنوع الأفلاتوكسين المعطى للحيوان فنجد أن شدة سمية الأفلاتوكسينات تتبع الترتيب التالى $B_1 \approx G_1 \approx B_2 \approx G_2$.

ومنه يلاحظ أن السمية تقل بإحلال حلقة lactone (فى AFG) محل Cyclopentanone (فى AFB) وكذا بتشبع الروابط المزدوجة فى حلقة Furan، وكذا بإضافة OH للجزئ. فقد وجد أن الجرعة المميتة لنصف حيوانات التجارب LD_{50} لبط صغير عمر يوم واحد من كل من الأنواع الرئيسيه الأربعة كما يلى:

B_1	B_2	G_1	G_2
١٨,٢	٨٤,٨	٣٩,٢	١٧٢,٥ μg
٩	٤,٥	٢	١

ومنه يتضح ان سمية B_1 تعادل ٩ أمثال سمية G_2 وتعادل ضعف سمية G_1 وتعادل ٤,٥ مرة سمية B_2 ويقال أن سمية M_1 تقع ما بين سمية B_1, G_1 .

٤- كما أن لمكونات الغذاء خاصة نسبة البروتين كمية ونوعاً تأثير على الفعل السام لهذه التوكسينات، إذ يؤثر ذلك على درجة نشاط إنزيمات الكبد، فنقص البروتين فى الغذاء يقلل من نشاط الإنزيمات بصفة عامة، ونشاط إنزيمات الكبد بصفة خاصة، ولما كانت هذه التوكسينات تمثل بإنزيمات الكبد فإن نقص البروتين فى الغذاء يؤدي لنقص نواتج تمثيل AFB_1 أى أن نقص بروتين الغذاء يؤدي لنقص سمية

AFB₁ مما يقلل من الحالات السرطانية، ففي تجربة على الفئران قسمت إلى ٣ مجموعات:

المجموعة الأولى:

تغذت على غذاء فقير فى البروتين + أقل مستوى من AFB₁ لمدة ٣ شهور والنتيجة أنه لم تظهر عليها أى حالات سرطانية ولم تحدث وفاة مما يدل على نقص إنتاج نواتج تمثيل AFB₁.

المجموعة الثانية:

تغذت على غذاء طبيعى فى البروتين + أقل مستوى من AFB₁ لمدة ٣ شهور والنتيجة ماتت الفئران بعد سنة من التغذية وظهرت عليها حالات سرطانية.

المجموعة الثالثة:

تغذت على غذاء عالٍ فى البروتين + أقل مستوى من AFB₁ لمدة ٣ شهور والنتيجة ماتت الفئران بعد سنة من التغذية وظهرت عليها حالات سرطانية.

أما إضافة السستين بمعدل ٠,٦ ٪ مع مجموعات الأغذية الثلاثة السابقة فقد أدى إلى إصابة الكبد بأورام سرطانية حتى مع تناول الغذاء الفقير فى البروتين. ويبدو أن تكوين الأورام بفعل الأفلاتوكسينات مرتبطاً بقوة اكسدة الرابطة المزدوجة الموجودة فى نهاية حلقة الفيوران، بدليل أن تعاطى مضادات الأكسدة، ومركبات indoles (كرنب) وتوافر فيتامين A , E تقلل من التأثير المسرطن للأفلاتوكسينات.

تمثيل الأفلاتوكسينات (AFB₁) Metabolism of aflatoxins

يرى الكثيرون أن AFB₁ ليس هو السبب المباشر للسرطان، ولكن يحتاج هذا التوكسين إلى تمثيل فى الكبد وتنشيط بفعل ميكروسومات الكبد، ونواتج التمثيل النشطة الناتجة من AFB₁ هى المسئولة عن تلك الأورام. ويرتبط إصابة الكبد بالسرطان بمقدار AFB₁ المعطى فى الغذاء، وكذا تبعاً لدرجة الأكسدة الحادثة للتوكسين فعند حدوث اكسدة شديدة فقد تتكون مواد أقل سمية تفرز فى البول والبن مثل AFM₁.

أما عند حدوث أكسدة بسيطة فإنه يتكون نواتج تمثيل سرطانية حيث يتحول AFB₁ إلى 2,3 dihydrodiol of AFB₁ وهذا يتفاعل بدوره مع مجموعات الأمين الأولية

لبروتينات الكبد ويمنع من تخليق البروتينات في الكبد، وهذا ما يفسر ما يحدث من موت موضعي لخلايا الكبد مما يسبب الوفاة.

وهناك علاقة بين إصابة الكبد بفيروس B وتعاطي أغذية ملوثة بالتوكسين AFB_1 من جانب، وبين تليف الكبد من جانب آخر، فالأشخاص الحاملين لهذا الفيروس (B) أكثر قابلية للإصابة بسرطان الكبد عند تعاطيهم غذاء ملوث بالتوكسين AFB_1 وعموماً فإن الكبد هو أكثر الأعضاء عرضة للإصابة، فقد وجد أن تعاطي الفئران غذاء يحتوى $15 \mu g / كجم$ من وزن الجسم أدى إلى إصابة كبد الفئران بالسرطان بعد ٦٨ أسبوعاً من استمرار تناول هذا الغذاء حيث تآكل لخلايا الكبد ونزيف للأنسجة، وقد تؤدي الجرعات الأقل من ذلك إلى الإستسقاء وإنسداد الأوردة وتليف الكبد وتراكم الدهن به، مع نقص في معدل النمو، كما تصاب الأعضاء الحيوية الأخرى مثل الطحال والبنكرياس والكلية.

وبجانب التأثير على الكبد فإن نواتج تمثيل AFB_1 ترتبط مع DNA , RNA بالخلايا، ويحدث هذا الارتباط عادة في مواقع المجموعات الأминية القاعدية، فتصبح الخلايا غير طبيعية في خواصها المورفولوجية كأن تتحوصل وتتضخم ويمتنع إستساخ DNA , RNA وبالتالي تخليق البروتين.

ويمكن توضيح كيفية تمثيل الأفلاتوكسينات (AFB_1) كما يلي:

بعد هضم المادة الغذائية الملوثة بالتوكسين، تمتص نواتج الهدم (الهضم) ومعها التوكسين في الأثنى عشر وتحمل إلى الكبد وهناك:

أ- يرتبط جزء منه بالكبد.

ب- يتعرض الجزء الباقي لأنزيمات الكبد حيث يحدث له إما

- فوق أكسدة شديدة وينتج عن ذلك توكسينات أخرى أقل سمية من AFB_1 مثل

M_1, G_1 .

• والتوكسينات الأخيرة جزء منها يتحول إلى صورة ذائبة في الماء بفعل عصارة الصفراء ويفرز في بول وروث الحيوان أو منتجاته لبن أو بيض، وعن هذا الطريق يحدث تلوث اللبن ومنتجاته بـ AFM_1 رغم عدم نمو فطريات على هذه المنتجات.

• الجزء الآخر يرتبط بنواتج تمثيل الغذاء ويصل للجهاز الدورى ليوزع على أنسجة الجسم ويتراكم فيها.

- وإما فوق أكسدة بسيطة حيث ينتج عنها مركبات شديدة السمية منها 2,3 epoxy aflatoxin وهى مركبات عالية النشاط كيمياوياً حيث ترتبط كما هى بنواتج تمثيل الغذاء الأساسية، وبالتالي بمكونات الخلية، أو يحدث لها هدرجة حيث تتحول إلى 2,3 dihydrodiol of aflatoxin ويحدث التسمم إما حاداً أو مزمناً. ومن ذلك نرى أن التسمم الحادث يرجع إلى الأيبوكسيد Epoxide وليس (AFB₁) وعليه.

i - فإن الحيوانات التى تفشل فى إنتاج الإيبوكسيد عادة تكون مقاومة للتسمم الحاد أو المزمن الناتج عن الأفلاتوكسين.

ii - الحيوانات التى تنتج الإيبوكسيد ولديها القدرة على تمثيله بإنزيمات dehydrases فهى تحول الإيبوكسيد والدهيدروديول إلى مركب dehydroxy acetal.

وهى مادة شديدة الفاعلية تتفاعل مع البروتينات مما يساعد على إمتصاصها فى القناة الهضمية وتسبب سمية حادة.

iii - الحيوانات التى تنتج الإيبوكسيد ولا تستطيع تمثيله فإنها تصاب بتسمم مزمن، حيث يبقى هذا الجزء ويتراكم فى الأنسجة مع بقية AFB₁.

وتشارك هذه السموم فى حدوث بعض الأمراض منها.

(١) الإصابة بالسرطان الكبدى الأولى (يعتبر الكبد أكثر الأعضاء عرضة للإصابة) ويلزم للإصابة به تعاطى الأفلاتوكسينات (الأغذية الملوثة بها) لفترة كافية تختلف باختلاف:

- نوع الحيوان: ٨ سنوات فى القروء، ١٠ - ٢٠ شهر فى الفئران البيضاء - البط - سمك السلمون.

- تركيز الأفلاتوكسين فى الغذاء: ففى الفئران البيضاء ظهرت الأورام فى ١٠٪ من الحيوانات عند تعاطى التوكسين بمعدل ١ µg / كجم من وزن الجسم لمدة ٢٠ شهراً، بينما ظهرت الأورام فى ١٠٠٪ من الحيوانات عند تعاطى التوكسين بمعدل ١٠٠ µg / كجم من وزن الجسم لنفس المدة (٢٠ شهر).

وينتشر مرض سرطان الكبد الأولي في الإنسان بدرجة كبيرة في المناطق التي تكون فيها الظروف الجوية وظروف التخزين من الأغذية ملائمة لنمو الفطر *A. flavus*. وكما سبق فإن الأفراد المصابين بسرطان الكبد الأولي أكثر عرضة للأصابة بفيرس B، ويزداد وتنتشر الأصابة بهذا الفيرس في البلاد التي يزداد فيها نسبة الأصابة بسرطان الكبد الأولي. كما أن الأفراد المصابين بفيرس B أكثر عرضة للإصابة بسرطان الكبد.

(٢) الأصابة بأعراض راي Reye's syndrome وهو يحدث بصورة وبائية في الأطفال في شرق تايلاند، وقد يرجع ذلك لتغذيتهم على الحبوب (أرز - قمح - ذرة) الملوثة بالفطريات المنتجة للتوكسين.

وتشمل أعراض هذا المرض: القيء - نقص الجلوكوز - تشنجات - غيبوبة - وفاة.

وقد وجد AFB_1 في أنسجة، كبد، سائل جسم، محتويات معدة وأمعاء الموتى المصابين.

(٣) مرض الكواشيوركور Kawashiorkor عند الأطفال: وهو مرض منتشر في غانا ويعنى عندهم مرض الطفل الأول (إذ يحدث هذا المرض عادة للأطفال الصغار الذين تلد أمهاتهم أطفالاً جدداً فتهمل الطفل الأول وتتوقف عن إرضاعه وتعتمد في تغذيته على الحبوب، وهناك عاملان يؤثران في المرض: الأول هو نقص البروتين في الغذاء والعامل الثاني هو تلوث هذا الغذاء - الحبوب عادة - بالفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات. ومن أعراض المرض:

- الأوديما odema: وهو ورم في جميع أجزاء الجسم لإحتجاز السوائل بها.
- تضخم الكبد وتليفه (بفعل التوكسين) وتراكم الدهن به.
- ضعف النمو إذ أن نواتج تمثيل التوكسينات ترتبط بالـ DNA, RNA وتمنع تخليق البروتين هذا بجانب نقص البروتين في غذائهم.
- البلاهه - الأنيميا - الإسهال.

(٤) ضعف جهاز المناعة.

(٥) سرطان الدم Leukemia.

(٦) تشوهات خلقية - طفرات: نتيجة إنتقال التوكسين من الأم إلى الجنين أثناء الحمل وقد يتعرض الأطفال الرضع للإصابة بالأفلاتوكسين قبل فطامهم، لأن أمهاتهم تستهلك غذاء يحتوى على هذه السموم. إذ يقوم كبد الأم بتمثيل هذه الأفلاتوكسينات وينتج عنها مشتقات محتوية (OH) منها:

AFM_1 , AFB_{2a} , AFM_2 , AFM_1 , AFG_{2a} , $AFGM_1$, AFD_1 , AFP_1 , AFR_0 هو أكثر نواتج هدم AFB_1 فى الثدييات والذى يفرز فى لبنها وبولها وبرازها، فقد وجد AFM_1 فى ألبان الغنم والماعز والبقر بعد تعاطيها علائق تحتوى AFB_1 إذ وجد أن حوالى ١٪ من هذا التوكسين يفرز فى صورة AFM_1 فى اللبن، ووجد أن أقل جرعة من AFB_1 فى العليقة ليظهر AFM_1 فى لبن البقر هى ٤٦ جزء / بليون حيث يظهر M_1 أولاً فى البلازما والبول والبراز وبعد ١٢ - ٢٤ ساعة من تعاطى AFB_1 يظهر AFM_1 فى اللبن حيث يصل أقصاه بعد ٤ أيام ويقل بسرعة بعد وقف تعاطى AFB_1 ويصبح اللبن خالياً من AFM_1 بعد يومين من وقف التغذية على عليقة محتوية AFB_1 ، ويلاحظ أن سمية AFB_1 تعادل مرة ونصف سمية AFM_1 ومن ذلك يتضح أن AFM_1 ناتج تمثيلى أقل نشاطاً من AFB_1 وبه يتخلص AFB_1 من جزء من سميته.

وبجانب تأثير الأفلاتوكسينات على النشاط الحيوى للحيوانات والإنسان فأنها تؤثر كذلك على الميكروبات والنبات، فقد وجد أن AFB_1 يثبط نمو قليل من الميكروبات مثل *B. megatricum*, *E. coli*. ونظراً لشدة حساسية هذه الميكروبات للتوكسين فإن هذه الميكروبات تستخدم فى التقدير الحيوى لهذه السموم.

ويرجع دور هذه التوكسينات فى تثبيط نمو هذه الميكروبات إلى التقليل من النشاط الحيوى لإنزيمات هذه الميكروبات وما يصحب هذا التثبيط من تغيرات مورفولوجية تتمثل فى إستطالة الخلايا، كما تؤثر على بكتريا المجترات *S. bovis* فتقلل من قدرتها على إنتاج الأحماض الدهنية مما يقلل من وزن الحيوان. كما تظهر بعض البذور المصابة بالفطر نقصاً فى قيمتها الغذائية وقدرتها الأنباتية (يؤثر AFB_1 على حمض الجبريليك giberellic المسئول عن الإنبات) كما يعوق التوكسين تخليق الكلوروفيل.

العوامل المؤثرة على نمو الفطر وإنتاج التوكسين:

Factors that affect mold growth and aflatoxin production

يمكن تقسيم هذه العوامل إلى عوامل تغذوية، طبيعية، كيميائية، حيوية.

أ- العوامل التغذوية:

كثير من المواد الخام والأغذية تعتبر وسطاً ملائماً لإنتاج الأفلاتوكسينات عندما تصاب بسلالات سمية من *A. flavus*.

ومن هذه المواد علائق الحيوانات، وأغذية الأطفال النباتية وبعض المنتجات اللبنية واللحوم الناتجة من حيوانات تغذت على علائق ملوثة بالفطر والتوكسين وخاصة كبد هذه الحيوانات، كما تعتبر المخبوزات والخضروات والبيض وبعض الفاكهة بيئة ملائمة لنمو هذه الفطريات كما أن الحبوب خاصة الأرز والقمح مواد ممتازة لنمو الفطر وإنتاج التوكسين بينما فول الصويا أقل فاعلية في ذلك كما يبدو من الجدول (٢٨).

جدول (٢٨) أثر نوعية الحبوب المنقوعة على إنتاج التوكسين من فطر *A. flavus*

الفطر (السلالة)	فول الصويا		فول سوداني		ذرة		ذرة سكرية		قمح		أرز	
	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١	٢
NRRL3000	٩٧	١٣٤	١٧٨	١٥٩	١٨٥	٢١٦	٦٠٧	٦٦٢	٦٠٥	٥٨٧	٢٤٩	٢٢٢
NRRL2999	٦٥	٦٧	٢٨٢	٣٩٧	١٩٥	١٦٩	٣١٧	٤٠٢	٨٢٩	١٦٥٣	٥٠٧	٢٦٣

(١) دون إضافة الحمض الأميني ميثيونين

(٢) مع إضافة الحمض الأميني ميثيونين

من الجدول يتضح:

١- إختلاف كمية التوكسين باختلاف سلالة الفطر ونوع المادة الغذائية (الحبوب) ومنه يتضح أن القمح أفضل الحبوب لنمو الفطر وإنتاج التوكسين، أما فول الصويا فهو أقل ملائمة لنمو الفطر وإنتاج التوكسين.

٢- إضافة الميثيونين شجع الفطر على إنتاج التوكسين. ورغم أن القمح والأرز أكثر الحبوب في تشجيع الفطر على إنتاج التوكسين فإن كمية التوكسينات المتكونه تختلف

بإختلاف الحبوب المستخدمة، ففي منقوع الأرز كان ترتيب التوكسينات المتكونه $B_1 \sim G_1 \sim B_2 \sim G_2$ بينما بإستخدام منقوع القمح كان الترتيب $G_1 \sim B_1 \sim B_2 \sim G_2$ وفى البيئات الصناعية وجد أن الأحماض الأمينية تشجع إنتاج التوكسين، وتتوقف كمية التوكسين المتكونه على نوع الحمض الأمينى وتركيزه ونوع الفطر، كما وجد أن أفضل مصدر كربوهيدراتى لنمو الفطر وإنتاج التوكسين هو الجلوكوز والسكرورز والفراكتوز، أما اللاكتوز والمانوز والجلسرول فهى تنمى الفطر بدرجة قليلة جداً وكذا تنتج التوكسين بكميات قليلة، كما يعتبر عنصرى الزنك والمنجنيز من العناصر المعدنية الضرورية لإنتاج التوكسين، ورغم أن الحديد يثبط نمو الفطر وبالتالي إنتاج التوكسين، إلا أن مخلوط الحديد والكاديوم لهما تأثير منشط. أما ملح الطعام NaCl فقد وجد أن إحتواء البيئة على ١ - ٢٪ كلوريد صوديوم فإنها تشجع تكوين التوكسين على حرارة ٢١ - ٣٥ °م، كما أن ١ - ٥٪ ملح طعام تساعد على أنتشار التوكسين من الميسليوم إلى البيئة، أما إرتفاع ملح الطعام فى البيئة عن ذلك فإنه يقلل من إنتاج التوكسين، فقد وجد أن ٨٪ ملح طعام تمنع إنتاج التوكسين عند نمو الفطر على ٢١ °م ولكن تسمح هذه النسبة بتكوين كميات قليلة عند نموه على حرارة ٢٨ - ٣٥ °م.

ب- عوامل طبيعية:

وتشمل الحرارة، الرطوبة، pH وتركيزات الغازات فى البيئة:

١- درجة الحرارة: تؤثر درجة الحرارة على نشاط الفطر وكمية التوكسين، فلاينتج التوكسين على حرارة أقل من ١٣ °م أو أعلا من ٤٢ °م، وتتراوح الحرارة المثلى ما بين ٢٤ - ٣٠ °م، كما تؤثر درجة الحرارة على نوعية التوكسين فالحرارة أقل من ٢٤ °م حتى ١٣ °م تشجع إنتاج AFG وإرتفاعها ٣٠ - ٤٢ °م يشجع إنتاج AFB.

٢- الرطوبة: الرطوبة النسبية الملائمة تتراوح من ٨٣ - ٨٨٪ ويزداد تكوين التوكسين بزيادة الرطوبة النسبية حتى ٩٩٪.

٣- pH: ينتج التوكسين على مدى واسع من الـ (pH) (٢-٩) وأنسب pH ٣ : ٦ ويقال أن على pH أقل من ٦ يشجع إنتاج AFB₁, B₂ أما على pH أعلا من ٦

فإن هذا يشجع على إنتاج AFG_1 , G_2 وقد يرجع المدى الواسع للـ pH إلى اختلاف البيئة المستخدمة لنمو الفطر.

٤- تركيز الغازات في البيئة: يعتبر O_2 عامل ضروري لنمو الفطر وإنتاج التوكسين، ويزيد إنتاج التوكسين بزيادة معدل التهوية كما يتأثر مفعول O_2 بتركيز CO_2 في البيئة، فاحتواء البيئة على أقل من ١٠٪ CO_2 مع وجود O_2 ينشط إنتاج التوكسين، وقد يرجع ذلك إلى أن CO_2 يدخل في تثبيت البروتين في الفطر وتخليق DNA، كما يدخل كمركب وسطي في دورة TCA وتمثيل Malonyl-coA إلا أن زيادة CO_2 من ٢٠ - ١٠٠٪ يثبط إنتاج التوكسين، كما أن إحلال N_2 محل O_2 يقلل من قدرة الفطر على إنتاج التوكسين ويتوقف إنتاج التوكسين عند ظروف جوية ١٠٠٪ N_2 .

ج - عوامل كيميائية:

وجد أن الضوء وبعض المواد الكيميائية تثبط قدرة الفطر على إنتاج التوكسين، فالضوء يثبط إنتاج التوكسين بمقدار ٨٠٪ عن الظلام، كما أن هناك بعض الكيماويات قد تثبط إنتاج الأفلاتوكسينات منها.

Benzoic acid, Sorbic acid, Propionic acid, Caffeic acid, Cinnamon oil, Spices fungicides, Insecticides, Nitrate, Butylated hydroxyanisol (BHA), Ethylene, O_2 etc

ومعظم هذه المواد تثبط إنتاج التوكسين عن طريق تثبيط نمو الفطر ولكن غير معروف بالضبط ميكانيكية هذا التثبيط.

د - عوامل حيوية:

لبعض الميكروبات المقدرة على تثبيط نمو *A. parasticus*, *A. flavus* وبعضها القدرة على تغيير طبيعة التوكسين مما يقلل من سميته ومن هذه الميكروبات:

A. niger, *Rhizopus oligaspeus*, *Lactobacillus spp*, *Flavobacterium aurantiacum*.

المنتجات اللبنية وتلوثها بالسموم الفطرية (الأفلاتوكسينات)

المنتجات اللبنية من المواد الغذائية المعرضة للتلوث بالفطريات والسموم الفطرية، وقد يكون هذا التلوث بصورة غير مباشرة نتيجة تعاطى الحيوان عليقة ملوثة بهذه السموم، والتي تنتقل بدورها إلى اللبن ومنتجاته. ففي أوائل الستينات من القرن الماضى (١٩٦٠) إكتشف ان تعاطى الحيوانات الحلابة عليقة ملوثة بـ AFB_1 أدى إلى إفراز AFM_1 بلبن هذه الحيوانات، وقد وجد أن ١ - ٢٪ من AFB_1 الموجود بالعليقة يفرز على صورة AFM_1 فى اللبن وأن هذه النسبة تكاد تكون ثابتة سواء كان التلوث كبيراً أم صغيراً، ولكنها قد تختلف من حيوان لآخر ومن يوم لآخر، ومن حلبة لأخرى.

وبجانب تلوث اللبن ومنتجاته بطريقة غير مباشرة ، فقد يحدث التلوث بطريق مباشر عن طريق تلوث هذه المنتجات بالفطريات المنتجة لهذه السموم، وهذا التلوث قد يكون عمداً نتيجة إستخدام بعض الفطريات كبادئات فى صناعة بعض الجبن كإستخدام بعض سلالات من جنس البنسيليوم فى صناعة جبن الركفور أو الكممبرت، إذ قد تنتج سلالات بعض هذه الفطريات سموماً بالجبن تحت ظروف معينة، وقد يكون التلوث عرضياً بالفطريات الخارجية التى تجد فى المنتجات اللبنية خاصة الجبن بيئة محببة لنموها ويحدث هذا التلوث إما أثناء تسوية الجبن أو تقطيعها لشرائح فى المنازل ومحلات البيع وإستخدام معدات غير نظيفة فى ذلك.

ونشير فيما يلى إلى تلوث اللبن وبعض منتجاته بالأفلاتوكسينات:

أ- الأفلاتوكسينات فى اللبن:

غالباً مايكون الأفلاتوكسين الموجود باللبن فى صورة AFM_1 ومصدره العليقة الملوثة AFB_1 والتي يتناولها الحيوان وعادة ما يكون AFM_1 مرتبطاً بالكازين وتتأثر كميته باللبن بعوامل منها:

١- كمية AFB_1 فى العليقة وظروف تخزين اللبن، فتقل كميته ويختفى فى اللبن الطازج السائل والمخزن على ٣٢ °ف بسرعة أكبر من المخزن بالتجميد، ويقل

إختفاؤه في اللبن المعامل بالمنفحة. وقد يرجع ذلك لإحتمال إحتواء اللبن الطازج على إنزيمات تتلف AFM_1 وهذه الإنزيمات تتلف أو تثبط بالتجميد وكذا المعاملة بالمنفحة، أو قد يرجع ذلك لصعوبة إستخلاص التوكسين من كازين الألبان السابق تجميدها أو المعاملة بالمنفحة.

٢- المعاملة الحرارية: تؤدي المعاملة الحرارية من بسترة وتعقيم وتركيز وتجفيف إلى إنخفاض نسبة AFM_1 باللبن ويزداد هذا النقص بزيادة شدة المعاملة الحرارية.

٣- العمليات التصنيعية وتوزيع التوكسين بين المنتجات الأساسية والثانوية: إختلفت النتائج المتحصل عليها والخاصة بتوزيع AFM_1 بين الشرش والخثرة، وبين الزبد واللبن الخض وقد يرجع ذلك لإختلاف ظروف التحليل وتركيز AFM_1 وطريقة تلوث اللبن به فيما كان صناعياً أو طبيعياً ولكن غالباً مايكون توزيعه متساو بين الشرش والخثرة في معظم أنواع الجبن، وتكون نسبته في اللبن الخض أعلى بكثير من نسبته في الزبد.

ب- الأفلاتوكسينات في المنتجات اللبنة

يكون مصدر الأفلاتوكسينات في المنتجات اللبنة إما من اللبن الداخل في صناعته نتيجة إحتوائه على AFM_1 والناجم من حيوانات تغذت على عليقة ملوثة AFB_1 ، أو يكون مصدر هذه التوكسينات في هذه المنتجات هو تلوثها بالفطريات المنتجة لهذه التوكسينات، وقد يكون التلوث من المصدرين معاً.

١- الأفلاتوكسينات بالجبن: رغم أن الكازين ينشط إنتاج الأفلاتوكسينات في البيئة السائلة الملقحة بفطر *A. parasiticus*، فإن الجبن تعتبر بيئة فقيرة Poor substrate لإنتاج الأفلاتوكسين، لقلة ما تحتويه من الكربوهيدرات المشجعة على نمو الفطر وإنتاج التوكسين كما أن اللاكتوز غير محبب للفطر. ورغم ذلك هناك أبحاث كثيرة تشير إلى تكوين الأفلاتوكسينات بالجبن، وتختلف كمية التوكسينات المتكونة بإختلاف نوع الجبن ومدى ملائمتها لنمو الفطر فمثلاً الجبن تشدر تشجع نمو *A. parasiticus* عن جبن Brick وقد لوحظ إختفاء الأفلاتوكسينات المتكونه بالجبن الأخير بعد حوالي ٤ أسابيع من التسويه. وقد يعزى ذلك إلى تكسير

التوكسين بفعل نشاط بكتريا *Brevibacterium linens* ويقال أن *A. flavus* لا ينمو ولا يكون أفلاتوكسينات فى الجبن المسواه بالفطر داخلياً أو سطحياً مثل Blue cheese, pont l'evêque, camembert أما إذا أزيل الفطر من السطح فإن *A. flavus* ينمو ويكون الأفلاتوكسين، وقد يرجع ذلك إلى أن هذه الفطريات والمسئولة عن تسوية تلك الجبن تنتج نواتج تمثيل تثبط نمو *A. flavus* وبالتالي إنتاج التوكسين، كما لوحظ أن *A. flavus* أمكنه النمو على جبن Edam مضافاً إليها فلفل pepper ولكن دون إنتاج للتوكسين. أما الجبن المطبوخ فإنه يعتبر بيئة جيدة لنمو *A. flavus* وإنتاج الأفلاتوكسينات. وتتوقف كمية التوكسين المتكونه ونشاط الفطر على نوعية ونسبة أملاح الإستحلاب المستخدمه، وكذا نسبة ملح الطعام والحرارة والرطوبة والـ pH. وتشير كثير من الأبحاث إلى أن الأفلاتوكسينات تتكون فى الجبن الملوته بالفطر على حرارة أعلى من ١٠°م، ولما كانت معظم الجبن تسوى على درجة حرارة أعلى من ١٠°م لذا فهذه الظروف تشجع نمو الفطر وإنتاج التوكسين خاصة مع توافر الرطوبة النسبية. والتوكسين الذى يفرزه الفطر النامى على سطح الجبن يمكنه التغلغل إلى داخل الجبن، ويعتمد مدى هذا التغلغل على نوع الجبن وقوامها فالجبن المفتوح القوام أو الذى يحدث به شقوق يمكن أن ينمو فيها مما يساعد التوكسين على التغلغل لمسافات بعيدة، وفى الحالات العادية والجبن السليم غير المشقق قد يصل التوكسين إلى عمق ٤ سم من سطح الجبن، وقد ذكر أن AFB₁ المتكون بالجبن لا يتلف بصهرها على ٨٨°م - ١٣٥°م عند عمل الجبن المطبوخ.

٢- الأيس كريم: وجد أن تركيز الأفلاتوكسين يبقى ثابتاً فى الأيس كريم الناتج من لبن ملوث طبيعياً بالأفلاتوكسين M₁ لمدة ٨ شهور من التخزين تحت ظروف التجميد .

٣- الألبان المتخمرة: مثل اليوغورت واللبن الخض المتخمر والكفير الناتجة من لبن يحتوى أفلاتوكسينات، وجد أن عملية التخمير والتخزين عقب عملية التخمير يؤدى لخفض الأفلاتوكسين لدرجة كبيرة.

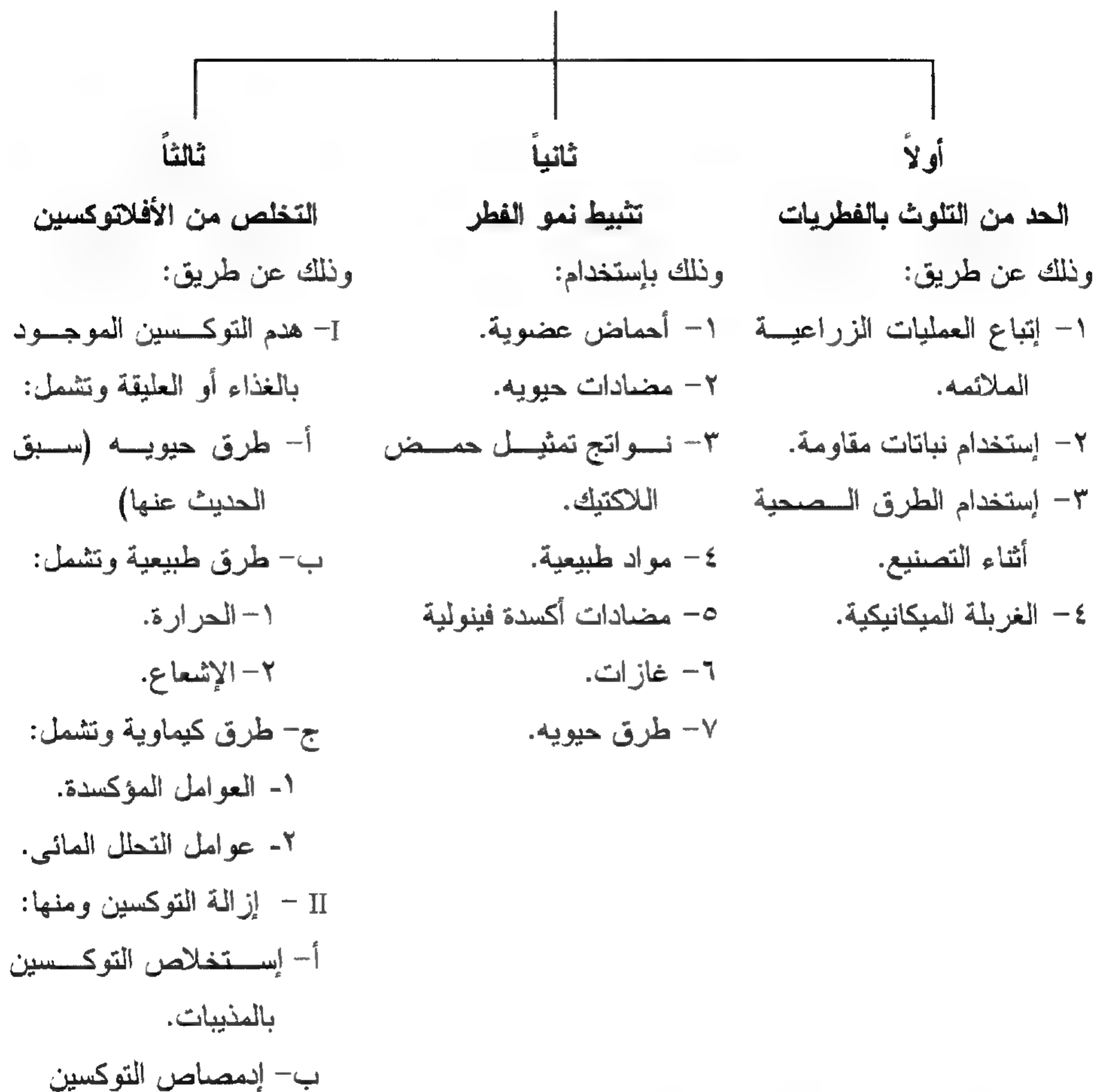
- ٤- المنتجات الدهنية: فى دراسة عن إختفاء الأفلاتوكسين AFM_1 فى القشدة عند تحويلها إلى زبد، وجد أن ٤-١٥٪ من التوكسين الموجود بالقشدة يظهر فى الزبد، ويذهب معظم التوكسين (٨٥ - ٩٦٪) إلى اللبن الخض، كما يذهب حوالى ٣ - ٢٦٪ من الأفلاتوكسين فى الماء المستخدم فى غسيل الزبد.
- ٥- الألبان المجففة: رغم أن عملية التجفيف تخفض لحد ما AFM_1 الموجود باللبن السائل إلا أن نسبة كبيرة من التوكسين تقاوم عملية التجفيف وتبقى باللبن المجفف لفترات طويلة.

التشريعات الخاصة بالأفلاتوكسينات Regulations of aflatoxins

نظراً لصعوبة تقديم غذاء غنى فى البروتين خال من الأفلاتوكسين للإنسان، وبعد معرفة الأضرار الصحية لها فقد عملت محاولات دولية للتحكم فى مستوى الأفلاتوكسينات فى الغذاء فوضعت العديد من الدول التشريعات التى تحدد النسبة المسموح بها فى الأغذية والعلائق، وفى الولايات المتحدة تعتبر هيئة الغذاء والدواء Food and drug administration (FDA) الأفلاتوكسينات مواد سامة وضارة بالصحة، وحددت ألا تزيد نسبة الأفلاتوكسينات فى الغذاء بما لايزيد عن ٢٠ جزء فى البليون 20 ppb. ماعدا اللبن والذى حددت نسبتها فيه بما لايزيد عن ٠,٥ جزء فى البليون لأن اللبن المحتوى AFM_1 يمثل خطورة كبيرة للرضع والأطفال، كما حددت نسبتها فى عليقة ماشية اللحم بما لايزيد عن ٣٠٠ ppb وفى عليقة الدواجن ١٠٠ ppb أما عليقة ماشية اللبن فلا تزيد عن ٢٠ ppb ومعظم دول العالم تحدد نسبة تتراوح من صفر: ٥٠ ppb فى الغذاء وفى سنة ١٩٩٠ وضعت لجنة مخطوطات مضافات الغذاء والملوثات Codex committee on food additives and contaminations حد أقصى هو ١٠ ppb فى جميع الأغذية عدا اللبن والمنتجات اللبنية.

طرق الوقاية (تجنب مخاطر الأفلاتوكسين):

تشمل طرق الوقاية



أولاً: الحد من التلوث بالفطريات:

تعتبر الفطريات من أكثر الميكروبات تبايناً في الظروف الملائمة لنموها إذ لها القدرة على النمو تحت ظروف متباينة من الحرارة (صفر: ٥٥ °م) رغم أنه يمكن تشبيطها بالبسترة، كما أنها تنمو في مدى واسع من الـ pH (٣ - ٨) وبعضها يمكنه النمو على pH أقل من ٢، ورغم أن معظمها يقل نشاطها عند $aw = 0.8$ فبعضها محب للجفاف ويمكنه النمو على $aw = 0.65$ أو أقل ورغم أنها كائنات هوائية تحتاج

للأكسجين فإن بعضها يمكنه النمو في جو فقير من الأكسجين (يقل عن ١٪)، وقد يصعب وقف نشاطها في الأغذية بإستبعاد O_2 منها إذ أن الغذاء نفسه يحتوى O_2 ذائب كما أن العبوة قد تسمح بنفاذ O_2 (ملحوظة: الخمائر لا تحتاج متطلبات من O_2 ويمكنها النمو في جو خال تماماً من O_2) ومن وسائل الحد من التلوث بالفطريات:

١- إتباع العمليات الزراعية الملائمة خاصة عند الحصاد والتخزين لمنع تلوث النباتات بالفطر، مع تخزين الحاصلات الزراعية على حرارة منخفضة وتحت ظروف جافة جيدة التهوية.

٢- إستنباط نباتات مقاومة للفطر.

٣- إستخدام الطرق الصحية أثناء التصنيع الغذائى لتجنب التلوث ومن أمثلة ذلك:

أ- إختبار المواد الداخلة في التصنيع لوجود جراثيم الفطر مع إختبار وجود التوكسين في العينات المشكوك فيها.

ب- في الجبن: تختبر الفطريات المستخدمة في صناعته لمدى إنتاجها للتوكسين، مع تغطية أسطح الجبن بالمواد الكيماوية التي تثبط نمو الفطر (السوربات) والتعبئة في أغلفة محكمة في جو من CO_2 , N_2 .

٤- الغربلة الميكانيكية لإزالة الأجزاء الملوثة وهذه يمكن التعرف عليها بالتفتيش بالعين المجردة، ملاحظة التوهج تحت مصدر لأشعة uv والكشف بالـ GLC عن وجود أسييتون في أطراف العبوات الخاصة بالبذور فوجود هذا الغاز يدل على نمو الفطر.

ثانياً: تثبيط نمو الفطر:

وذلك بإستخدام مضادات الفطر Antifungal food additives وهي مواد كيماوية تمنع نمو الفطر بعضها يوجد طبيعياً في بعض الأغذية كالأحماض العضوية والزيوت الطيارة، وقد تضاف للغذاء أثناء التصنيع، ولكنها ليست بديلاً للعناية بالنظافة وجودة التصنيع فهي مساعدة لتلك العناية ويشترط في هذه المواد أن يكون مصرحاً بإستخدامها وآمنه للإستهلاك الأدمى، وبالحد الذي تسمح به التشريعات الخاصة بكل دولة ومن هذه المواد:

١ - الأحماض العضوية organic acids

وهى تستخدم من زمن بعيد نظراً لقلّة سميتها مع قبول طعمها وجودة ذوبانها. ويعزى تأثيرها المثبط للفطر أنها تخفض من الـ pH فتغير من نفاذ غشاء خلايا الفطر، وتعمل على تأين أحماضه العضوية، كما أنها تثبط من أكسدة NADH مما يثبط من العمليات الفسيولوجية للفطر، ونظراً لأن ثابت تأينها يقع ما بين pH ٣ - ٥ فهي أكثر فاعلية على pH المنخفض، ولها تأثير مثبط لكثير من الفطريات إلا أن بعض الفطريات قد تقاوم التأثير المثبط لهذه الأحماض كما أن بعض الفطريات من جنس *Penicillium* يمكنها النمو فى تركيز مرتفع من حمض السوربيك وتنزع منه CO_2 وتحوله إلى مركب 1,3 pentadiene وهو مركب طيار له رائحة قوية تشبه رائحة الكيروسين ومن الأحماض العضوية المستخدمة فى الأغذية لمقاومة نمو الفطر.

أ- حمض السوربيك Sorbic acid

وهو يستخدم كحمض أو فى صورة ملح سوربات البوتاسيوم والتي تعرف بإسم السوربات sorbate، وهو شديد الذوبان فى الماء، ويستخدم الحمض أو ملحه فى حفظ الغذاء (المخبوزات - اللحوم - الفاكهة - الخضروات - منتجات الألبان كالجبين المطبوخ وجبن الكوتاج والقريش والقشدة المتخمرة) وكذا فى حفظ العلائق ومستحضرات التجميل والأدوية، وهى إما تضاف مباشرة للمنتج (يضاف للجبين بنسبة ٠,٢ - ٠,٣ % حمض سوربيك) أو يرش أو يغمس فيه المنتج أو يضاف لورق التعبئة. والتأثير المثبط لحمض السوربيك للفطر يكون كبيراً على pH ٥ أو أقل إذ على pH ٦ أو أعلى يقل تأين الحمض وبالتالي يقل تأثيره المثبط للفطر. وبجانب الـ pH فإن للعوامل البيئية الأخرى من حرارة ورطوبة، وكذا نوع الفطر ومدى الحمل الميكروبي ومدة التخزين، وفيما إذا كان الملح المستخدم يستخدم بمفرده أو بالإضافة إلى مواد أخرى. كل هذه العوامل تؤثر على مدى فاعلية الحمض، فإضافة مواد أخرى مثبطة بجانب الحمض فإن ذلك يزيد من قدرة الحمض التثبيطية، كما أن طول مدة التخزين بعد المعاملة قد تؤدي إلى عودة نشاط الفطر تحت الظروف الملائمة من حرارة وعوامل أخرى.

ب- حمض البنزويك وأملاحه (الصوديوم والبوتاسيوم) Benzoic acid

وهو يوجد طبيعياً في بعض المواد مثل الفراولة، البرقوق، القرفة، القرنفل، وهو يعمل على pH أقل من ٤,٥ وله تأثير مثبط ضعيف على pH التعادل، إذ تزيد فاعليته بإنخفاض الـ pH وهو فعال ضد الفطريات والخمائر بما فيها المنتج للأفلاتوكسينات. ويعاب عليه أنه يكسب الغذاء طعماً مرّاً غير مقبول لذا يفضل أن يستخدم بالإشتراك مع حمض السوربيك فمخلوطهما أكثر فاعلية وأقل تأثيراً على الطعم المر غير المقبول.

ج - حمض البربيونيك Propionic acid

يستخدم عادة في صورة أملاح الصوديوم أو الكالسيوم، وهو يثبط الفطر دون الخمائر لذا يمكن إضافته للعجين دون تأثير منه على الخميرة. ويوجد في بعض الأغذية نتيجة للعمليات التصنيعية فيوجد في الجبن السويسري بتركيز قد يصل ١٪ إذ تنتجه بكتريا *Propionibacterium shermanii* ويمكنه تثبيط بكتريا *Bacillus mesentericus* المكونه للزوجه، وعموماً فإن نشاطه كمثبط للفطر أقل من الأحماض العضوية الأخرى، وقد يرجع ذلك لضعف تأثيره لذا يستخدم منه تركيزات أعلى من الأحماض الأخرى.

د- الأحماض الدهنية متوسطة السلسلة Medium chain fatty acids:

للأحماض الدهنية وإستراتها تأثير مثبط للخمائر والبكتريا الموجبة لجرام، كما أن لبعضها مثل Glycerol monocarporate, Glycerol monolaurate, Glycerol monocarpate, Sucrose monolaurate, Sucrose monocarpate تأثيراً مثبطاً للفطريات فمثلاً Sucrose monolaurate (١٪) له تأثير مثبط لبعض الفطريات من أجناس *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria* spp كما أنها تقلل من نمو *Aspergillus* spp وتقلل قدرتها على إنتاج الأفلاتوكسينات كما تثبط سترات Sucrose monocarpate (١٪) نفس الفطريات السابقة.

٢ - المضادات الحيوية Antibiotics ومن أمثلتها:

أ- ناتاميسين Natamycin

كان يعرف بإسم بيمارسين Pimaricin وهو مضاد قوى ضد الفطريات وليس فعالاً ضد البكتريا، مصرح به فى كثير من البلدان. وهو يوقف نمو الفطريات فى البيئات الصناعية عند إستخدامه بتركيز ١ : ١٠٠ جزء / مليون، ويوقف نمو الفطر فى الجبن (كوتاج - تشدر) بغمسه فى محلول منه تركيزه ١٠٠٠ : ٢٠٠٠ جزء / مليون، ويثبط إنتاج الأفلاتوكسينات.

ب- نيسين Nicin

فعال ضد البكتريا الموجبة لجرام، ويقال أن تركيز ٥ - ١٢٥ جزء / مليون يثبط نمو *A. parasiticus* فى البيئات الصناعية، ولكن إذا طالت مدة التحضين فإن الفطر يسترجع نشاطه وينمو بسرعة أكبر وينتج أفلاتوكسينات فى المزارع المحتوية على Nicin بدرجة أكثر من تلك الخالية من Nicin.

٣ - نواتج تمثيل بكتريا حمض اللاكتيك

Metabolites from lactic acid bacteria (LAB)

هي مواد فعالة تعمل أساساً ضد البكتريا عن طريق خفض الـ pH نتيجة هدم كمية من المواد الكربوهيدراتية لذا يستخدم التخمير اللاكتيكى فى حفظ بعض المنتجات اللبنية واللحوم والفاكهة والخضر، ورغم ذلك فهناك بعض أجناس من *Lactobacillus*, *Streptococcus* بجانب إنتاجها للكثات والخلات المثبطة للبكتريا فإنها تنتج مواد أخرى لها تأثير فعال ضد الفطريات، وأن معظم هذه المواد يتكون على ٣٠ م° pH ٦,٨ ومن أمثلة هذه المواد:

أ- مادة الداى أستيل Diacetyl

وهو أحد نواتج تمثيل بكتريا حمض اللاكتيك، يعطى الطعم الخاص بالزبد، ويقال أنه يثبط الخمائر بتركيز ٢٠٠ جزء / مليون ويثبط الفطريات بتركيز ٣٠٠ جزء / مليون خاصة على pH أقل من ٧ ونظراً لما يضيفه من طعم زبدى فإن إستخدامه كمضاد للفطر محدود فى بعض الأغذية.

ب- الريوتيرين Reuterin

وهو أحد نواتج تمثيل بكتريا *Lactobacillus reuteri* وهو مادة غير نيتروجينية صغيرة الوزن الجزيئي عالية الذوبان، ذات pH متعادل له تأثير مضاد للخمائر والفطريات والبكتريا لذا قد تستخدم في حفظ الغذاء لتقليل الميكروبات المرضية والمسببة للفساد.

ج- ميكروجارد Microgard

وهو عبارة عن لبن فرز متخمّر ببكتريا *Propionibacterium shermanii* ثم يبستر ويستخدم في إطالة مدة حفظ جبن الكوتاج إذ يثبط البكتريا المحبة للبرودة، كما له تأثير مضاد للفطر والخميرة ويحتوى حمض البروبيونيك واللاكتيك والخليك ومادة الداى أستيل.

٤- مواد طبيعية:

أ- الأعشاب والتوابل Herbes and spices

رغم أن هذه المواد تستخدم أساساً لإضفاء الطعم على الأغذية، إلا أن لبعضها تأثير حافظ لفاعليتها ضد الميكروبات مثل الثوم والقرنفل والخردل والفالفل الأسود والزنجبيل ويبين الجدول الآتى (٢٩) بعض المضادات الميكروبية الموجودة ببعض الأعشاب والتوابل.

جدول (٢٩) المضادات الميكروبية الموجودة ببعض الأعشاب والتوابل

المادة الفعالة	العشب والتابل
Allicin	الثوم Garlic
Allyl isothiocyanate	الخردل Mustard
Anethole	اليانسون Anise - والشمر Fennel
Carvone	الكرابيه Caraway - الشبت Dill
1,8-Cineole	حصي البان Rosemary - الغار Laurel - حب الهال Cardamom
Cinnamaldehyde	القرفة Cinnamon
P. cymene	الكمون Cumin - الزعتر Thyme
Euganol	القرنفل Clave - القرفة Cinnamon
Limonene	بذور الكرفس Colery seed - الكراويه Caraway
Linalool	الكزبرة Coriander - حصي البان Rosemary - الريحان Basil
Thymol	الزعتر Thyme
Thymoquinone	حبة البركة Black cumin

وقد يعاب على الأعشاب والتوابل كمادة حافظة أن التركيز المستخدم منها لهذا الغرض كبير وأن المستخدم منها في الطعام غير كاف ولذا يرى البعض إستخدامها بالإشتراك مع مضادات أخرى، وعموماً فقد وجد أن القرفة بتركيز منخفض ٠,٠٢٪ في البيئة الصناعية أو الخبز قد يثبط نمو فطريات من أجناس *Aspergillus*, *Penicillium* كما يثبط إنتاج الأفلاتوكسينات، كما وجد أن القرنفل، القرفة، الثوم، الخردل بتركيز ٢٪ في بيئة *Potato dextrose agar* يثبط نمو الفطريات المنتجة للسموم لمدة ٢١ يوم، ووجد أن خلط نسب مختلفة من سوربات البوتاسيوم مع القرنفل كان له تأثير أفضل.

ب - الزيوت الطيارة Essential oils

وهي تستخدم أساساً لإضفاء الطعم، ولبعضها تأثير فعال ضد الفطر والخميرة. فقد وجد مثلاً أن إضافة زيت الليمون أو البرتقال إلى بيئة *Glucose yeast extract* بتركيز ٣٠٠٠ : ٣٥٠٠ جزء / بليون ppb يثبط نمو *A. flavus* وكذا إنتاج الأفلاتوكسينات. وعموماً فقد أمكن إستخدام بعض التوابل والزيوت الطيارة في بعض الأبحاث بقسم الألبان بزراعة القاهرة لتنشيط نمو الفطريات، وأمكن إستخدام بعضها كمادة حافظة مثل زيت القرنفل (للزبد) ومستخلص الثوم *Garlic extract* (للجبن القريش)، وزيت الموالح *Euganol* للجبن الراس ورغم عدم المعرفة التامة لميكانيكية هذه التوابل والأعشاب والزيوت العطرية على الميكروبات، إلا أن البعض يرى أن فعل هذه المواد يرجع لوجود جزيئات عطرية *Aromatic moiety* مثل مجموعة OH والتي تكون روابط هيدروجينية مع المواقع المنشطة لإنزيمات الميكروب. ويرى البعض أنها تؤثر على الخلايا الخضرية بطريقة تشبه عمل الفينولات والتي تؤثر على جدر الخلايا البكتيرية حيث تغير من نفاذيتها وكذا من نظم النقل فيها *Transport systems* وإنتاج الطاقة.

٥ - مضادات الأكسدة الفينولية Phenolic antioxidants

ومن أمثلتها:

Butylated hydroxyl toluene (BHT), Butylated hydroxyanisole (BHA) وهي تستخدم أساساً كمواد مضادة للأكسدة، إلا أنه وجد أن BHA دون BHT

لها تأثير فعال ضد الفطريات إذا استخدمت بتركيز مرتفع فقد وجد أن ١٠٠٠ جزء / مليون من BHA يثبط نمو *A. parasiticus* في البيئة الصناعية وكذا إنتاج الأفلاتوكسينات، أما استخدامها بتركيز ١٠ جزء/مليون فقد أدى ذلك إلى إنتاج الأفلاتوكسينات بتركيز ضعف الكنترول دون تأثير واضح على وزن الميسليوم، وعموماً فإن التأثير الفعال لهذه المواد ضد الفطريات يحتاج لدراسة أوسع.

٦- الغازات وتعديل الجو الغازي للوسط Gases and modified atmospheres

ومن أمثلة ذلك:

أ- تفريغ O_2 أو إحلال غازات مثل N_2 ، CO_2 محل O_2 وذلك عن طريق تفريغ العبوة من الهواء. إلا أن بعض الفطريات (رغم أنها هوائية) يمكنها النمو في جو منخفض من O_2 لذا يفضل استخدام بعض الكيماويات الماصة للأكسجين بجانب إزاحته أو استخدامها بدلاً من إزاحته، إذ أنها تحمي الغذاء عند احتمال حدوث تسرب للهواء داخل العبوة، كما يمكن إحلال CO_2 أو N_2 محل O_2 ويفضل إحلال CO_2 إذ أنه يغير من pH الخلايا فيزيد من الفاعلية ضدها إذ يعمل إنخفاض الـ pH على زيادة نفاذية الخلايا.

ب- CO: لأول أكسيد الكربون تأثير فعال ضد الفطريات والخمائر التي تصيب الخضر والفاكهة ولكن يحتاج لعناية في استخدامه نظراً لسميته فيخشى على القائمين من استخدامه.

ج- SO_2 : يكون أكثر فاعلية على pH أقل من ٤ لتأينه في الوسط شديد الحموضة، ويستخدم عادة لمقاومة الميكروبات (بما فيها من فطريات) غير المرغوبه في الفاكهة والخضر.

د- أكسيد الإيثيلين: Ethylene oxide: يستخدم للأغذية الجافة كالتوابل - البيض الجاف - الفاكهة الجافة - الذرة - الشعير ... فهو يقلل من الحمل الميكروبي والحشرات، ولكن نظراً لسميته ووجود آثار سامة من استخدامه فقد وضعت التشريعات لتحديد استخدامه.

هـ- أكسيد البروبلين Propylene oxide: مضاد للفطر والخميرة أكثر من البكتريا وهو يشبه أكسيد الأيثلين فيستخدم لتدخين التوابل - الكاكاو لمقاومة الميكروبات والحشرات.

٧- الطرق الحيوية Biological methods

وفيها تستخدم بعض الميكروبات من بكتريا وفطر مثل:

١- *Flavobacterium auraticam*

٢- بكتريا حمض اللاكتيك ومنها

Lactococcus lactis lactis, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus dilbuerkii subsp bulgaricus*, AFT (Antifungal activity)

والأخيرة AFT عبارة عن مزرعة تنتمى إلى *Leuconostoc mesenteroids*

٣- فطريات مثل *Penicillium*, *Rhizobus*

أ- بكتريا *Flavobacterium auraticam*

لهذه البكتريا القدرة على التخلص من AFB_1 من المحلول شرط ألا تقل عدد الخلايا عن 10^9 خلية / مل وتزيد هذه المقدرة بزيادة عدد هذه الخلايا فى المحلول (لأكثر من 10^{11} خلية/ مل).

ويقال أن المزارع المسنه (عمر ٧٢ ساعة) أكثر كفاءة من المزارع صغيرة العمر (٢٤ ساعة) فالمزارع الصغيرة وهى تمثل الطور اللوغاريتمى المتأخر Late log phase غير مؤثرة فى إزالة التوكسين من المحلول، بينما المزارع فى طور الثبات Stationary phase فهى ذات تأثير محدود حيث تزيل حوالى ١٨٪ من التوكسين خلال ٢٤ ساعة أما المزارع المعمرة ٧٢ ساعة وهى تمثل طور الثبات المتأخر late stationary phase فهى أكثر قدرة وتزيل ٣٣٪ من AFB_1 خلال ٢٤ ساعة ويفسر قدرة هذه البكتريا فى إزالة AFB_1 لعامل أو أكثر مما يلى:

- قدرة هذه البكتريا على تمثيل التوكسين.

- إرتباط التوكسين بهذه الخلايا فقد وجد أن إستخدام عدد كبير من خلايا البكتريا غير النشطة، أمكنها أن ترتبط بالتوكسين، وأمكن إزالته بالترشيح بمرشح بكتيرى حيث أزال البكتريا وما عليها من توكسين.

- وقد ترجع زيادة قدرة الخلايا المسنة عن الخلايا صغيرة العمر إلى حدوث تعديل في شكل الخلايا Conformation أو تعديل مقدرتها التمثيلية بتقديم سنها مما يسمح بإزالة كمية أكبر من التوكسين.

ب- بكتريا حمض اللاكتيك

لوحظ أن الفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات تنتج كمية أقل منه في وجود بكتريا اللاكتيك مثل

L. acidophilus, L. plantarum, L. dilbuerkii subsp bulgaricus, L. dilbuerkii subsp

وقد درس أثر تأثير هذه البكتريا وكذا نواتج تمثيلها (الراشح الخالي من البكتريا) على نمو فطر *A. flavus* وإنتاج التوكسين ووجد أن الخلايا أكثر مقدرة على منع نمو الفطر، بينما نواتج تمثيلها أكثر مقدرة على تقليل إنتاج التوكسين دون تأثير على نمو الفطر ومن أهم نواتج تمثيل هذه البكتريا Diacetyl , Reuterin.

ج- الفطريات:

لوحظ أنه عند تنمية *A. flavus* مع فطريات أخرى خاصة التابعة لجنس *Penicillium* مثل *P. citrinum, P. cyclopium* قد ثبت إنتاج التوكسين وقد يرجع ذلك لإنتاجها نواتج تمثيل تقوم بهذا الدور.

ومما سبق نرى أن الدور الحيوى لهذه الميكروبات يرجع إلى قدرتها على إمتصاص التوكسين على خلاياها، أو قدرتها على تحليل التوكسين، أو إنتاجها نواتج تمثيل تثبط نمو الفطر مثل نواتج تمثيل LAB وقد لوحظ أن الخلايا أكثر تشبيهاً لنمو الفطر بينما نواتج التمثيل أكثر تشبيهاً لإنتاج التوكسين.

ثالثاً: التخلص من الأفلاتوكسين الموجود بالغذاء والعليقة:

I- هدم التوكسين الموجود بالغذاء أو العليقة

Detoxification and inactivation of aflatoxins in food and feed

بالنظر إلى التركيب البنائي لجزئ AFB_1 يتضح وجود موقعين أساسيين مسئولين عن نشاطه السمي، الأول وهو الرابطة المزدوجة بين ذرتي الكربون ٨، ٩ في حلقة

الفورفيوران furofuran والتي فيها يحدث التفاعل بين التوكسين والبروتين و DNA والموقع الثانى هو حلقة Lactone فى جزئ Coumarin حيث يحدث كسر هذه الحلقة وفتحها وتحدث هذه التغيرات فى التركيب البنائى للتوكسين بطرق طبيعية وكيمياوية وحيوية.

أ- الطرق الحيوية Biological methods: سبق الحديث عنها.

ب- الطرق الطبيعية Physical methods

تعتمد هذه الطرق على الطاقة التى تمتصها الأفلاتوكسينات والتى تؤدى بدورها إلى إنتاج مواد غير سامة أو قليلة السمية، ومن مصادر هذه الطاقة:

١- الحرارة Heat:

تحتاج التوكسينات لحرارة عالية لإتلافها تتراوح ما بين ٢٣٧°م - ٣٠٦°م، فالصورة الصلبة من AFB₁ ثابت ضد الحرارة حتى ٢٦٧°م رغم أنه ينصهر على ٢٦٠°م، فهو لايتلف على أقل من ٢٦٩°م ولذا فظروف الطهى المنزلى تفشل فى إتلاف الصورة الصلبة من AFB₁, AFG₁ ويبين الجدول التالى (٣٠) العلاقة بين درجة الحرارة وإتلاف الأفلاتوكسينات فى بعض الأغذية

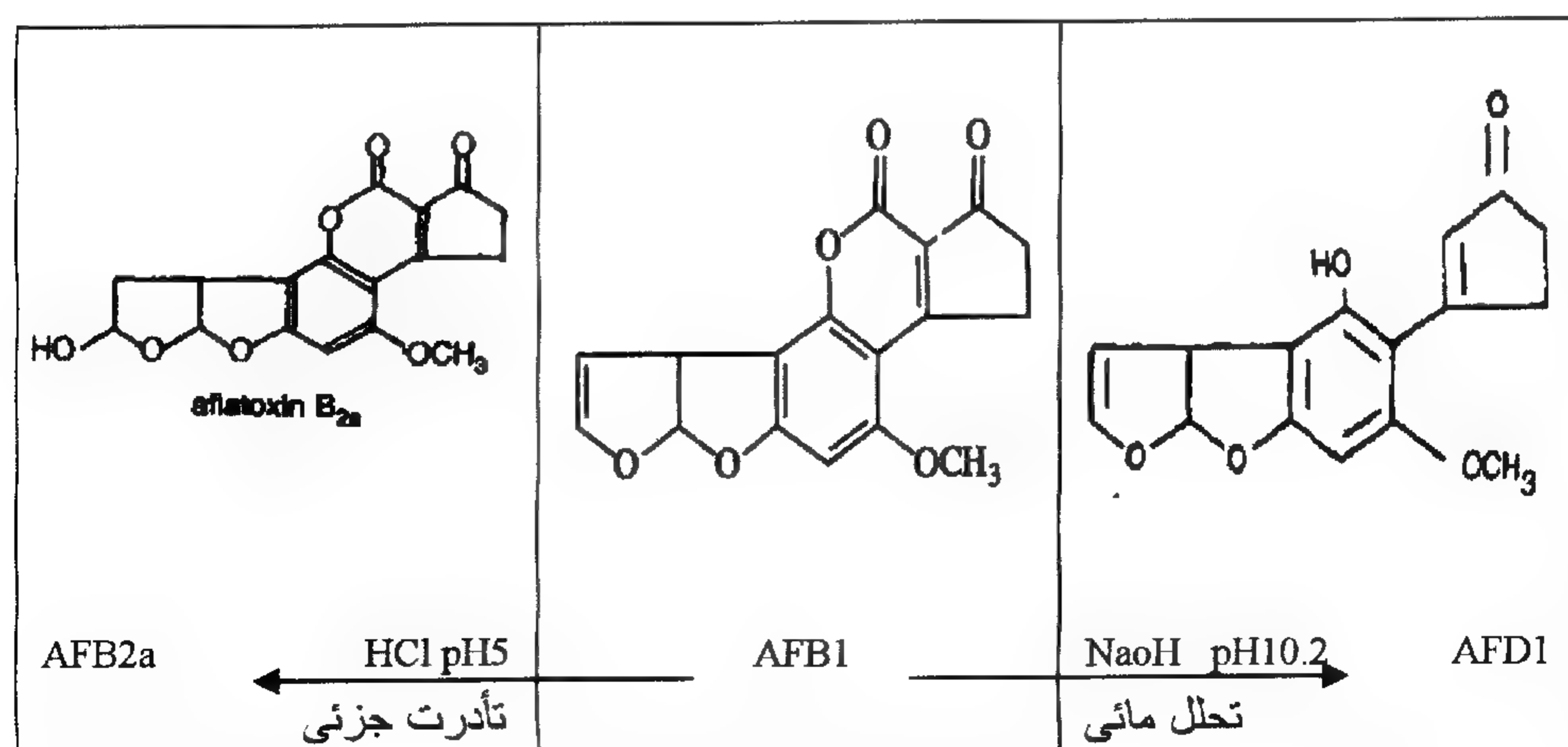
جدول (٣٠) العلاقة بين درجة الحرارة وإتلاف الأفلاتوكسينات

المعاملة	التوكسين	% للهدم
تحميص على ٢٠٤°م / ٥ د	B ₁ , G ₁	٦٠ - ٦
تحميص على ١٢١°م / ٣٠ د	B ₁ , G ₁	٧٦ - ٧٣
تعقيم فى الأتوكلاف على ١١٦°م تحت ضغط ٠,٧ بار لمدة ٣٠ د فى محلول ٥ % NaCl	B ₁ +G ₁ + B ₂ + G ₂	١٠٠ - ٨٠

وعموماً يتوقف مدى التلف الحادث للأفلاتوكسين على نوعه ومدى التلوث المبدئى وحرارة التسخين ومدتها وخواص الغذاء المحتوى على التوكسين من حيث الرطوبة ودرجة الـ pH إذ تعتبر رطوبة الغذاء (محتوى الغذاء من الماء) عاملاً هاماً فى ذلك، فالأغذية الملوثة والمحتوية على نسبة عالية من الرطوبة أسرع وأكثر تأثراً بالمعاملة الحرارية لإتلاف التوكسين عن الأغذية المنخفضة الرطوبة، فقد وجد أن كسب بذرة القطن المحتوية ٣٠% رطوبة أمكن هدم ما يقرب من ٧٥% من محتواها من AFB₁+ B₂ بالتسخين على ١٠٠°م / ساعة، بينما هدم فقط ما يقرب من ٣٠% من

هذه التوكسينات تحت نفس الظروف من الحرارة والمدة في كسب يحتوى ٦,٦% رطوبة. إذ يقال أن إرتفاع نسبة الماء بالغذاء تساعد على فتح حلقة اللاكتون في AFB₁ بإضافة جزئ ماء إلى الحلقة وتكوين مركب حمضى طرفى Carboxylic acid يحدث له عملية decarboxylation بالحرارة. كما أن وجود الأملاح المتأينة في الوسط (محلول NaCl) يزيد من معدل هدم الأفلاتوكسين، فقد وجد أن تسخين بذور الفول السوداني Peanuts في محلول NaCl (٥%) على ١١٦ م° / ٣٠ د في الأوتوكلاف وتحت ضغط ٠,٧ بار، أدى إلى هدم ٧٠ - ٨٠% من Afl. B₁+G₁ + B₂ + G₂.

كما أن التسخين في وسط قلوى (pH ١٠,٢ / ١٣٠ م° / ٢٠ ث) بضبط الـ pH بالصودا الكاوية أدى إلى زيادة هدم AFB₁ في بذور السوداني، ويعزى ذلك إلى التحلل المائى لحلقة اللاكتون في AFB₁ بفعل NaoH المستخدمة في ضبط الـ pH وتحويل AFB₁ إلى AFD₁ والأخير سميته تعادل ١ / ٤٥٠ من سمية AFB₁ كذلك الحال التسخين (١٣٠ م° / ٢٠ ث) مع خفض الـ pH بحمض HCl إلى ٥ pH أدى أيضاً لزيادة التالف من AFB₁ ويعزى ذلك إلى التآدرت الجزئى Partial hydration للتوكسين في حلقة الفيوران furan الطرفية وتحويله إلى AFB_{2a} بفعل Hcl وهو يعادل في سميته ١ / ١٠٠٠ من سمية AFB₁ ويلاحظ أن تغيير الـ pH من ٨ إلى ١٠,٢ أو ٥ دون تسخين لا يؤثر على سمية AFB₁ وهذا يؤكد التأثير التعاونى Synergistic للـ pH والتسخين في تقليل نشاط AFB₁ خاصة التأثير المؤدى لتكوين الطفرات



وقد أظهر التسخين بالميكروويف Microwave قدرة كبيرة على هدم الأفلاتوكسينات فى الفول السودانى، ويتوقف مدى هذا الهدم على الطاقة المستخدمة وزمن المعاملة ونوعية التلوث طبيعى أو صناعى.

وقد درس تأثير المعاملة الحرارية من بسترة وتعقيم على هدم AFM_1 الموجود باللبن (وهو مشتق أحادى الهيدروكسيل من AFB_1) ويفرز فى لبن الأبقار عند تغذيتها على عليقة ملوثة بـ AFB_1 وقد تضاربت النتائج المتحصل عليها فى ذلك إذ تراوح الهدم بالبسترة من صفر: ٤٥٪ وبالتعقيم من ٢٤ : ٦٤٪ وقد يرجع هذا التضارب فى النتائج إلى:

- عدم ثبات AFM_1 فى اللبن إذ يقل تركيزه ذاتياً بمرور الوقت فيهدم (يتلف) منه ٤٠٪ فى لبن ملوث طبيعياً بعد ٤ أيام من التخزين، ٨٠٪ بعد ٦ أيام من التخزين على صفر م°.
 - طريقة التلوث فعادة يسهل هدم (إتلاف) التوكسين المضاف صناعياً عن الملوث اللبن بطريقة طبيعية إذ أن الأخير يكون عادة مرتبطاً بالبروتين.
 - إختلاف درجة التلوث المبدئى وطرق الإستخلاص وحساسية طرق التقدير.
- وعموماً فإن إستخدام الحرارة العالية قد لاتجدى فى تخليص الغذاء من الأفلاتوكسينات.

٢ - الإشعاع Irradiation

تنقسم الطاقة المشعة radiation إلى طاقة مشعة مؤينه ionizing وطاقة مشعة غير مؤينه non ionizing.

وتحدث الطاقة المشعة المؤينه (مثل أشعة X، أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية) تغيرات فى جزيئات المادة الغذائية المعرضة للإشعاع مع إرتفاع طفيف فى درجة الحرارة أو بدون إرتفاع فيها.

وهذه التغيرات قد تكون ضارة للكائنات الحية التى تتعرض لجرعات كبيرة منها، ولذا قد تستخدم ضمن طرق حفظ الغذاء للتخلص من الميكروبات المرضية.

أما الطاقة المشعة غير المؤينة (موجات الراديو - الميكروويف - موجات تحت الحمراء - الضوء المرئي) فهي تؤدي لرفع الحرارة بجانب حدوث تغيرات في الجزيء إلا أن هذه التغيرات غير ضارة للإنسان.

ورغم الشك في مدى سلامة الأغذية المعاملة بالإشعاع بالنسبة لصحة الإنسان فإن معاملة الغذاء بالإشعاع أصبحت عملية تكنولوجية تستخدم على نطاق تجاري كوسيلة للتعقيم. ونشير فيما يلي إلى أثر بعض طرق المعاملة بالإشعاع على هدم الأفلاتوكسينات في الأغذية:

i - تأثير الأشعة فوق البنفسجية (uv):

تمتص الأفلاتوكسينات الأشعة فوق البنفسجية على طول موجي يتراوح من ٢٢٢ - ٣٦٢ nm، واقصى إمتصاص عند ٣٦٢ nm، وتزداد حساسية AFB₁ لإمتصاص هذه الأشعة على pH أقل من ٣ أو أكثر من ١٠. ويتمثل دور الأشعة فوق البنفسجية في هدم الأفلاتوكسينات في أنها تؤثر على الرابطة المزدوجة في طرف حلقة الفيوران فتفتحها وينتج عن ذلك مركبات أقل سمية قد تصل إلى ١٢ مركب Photodegradation products، فقد وجد أن تعريض AFB₁, AFG₁ للأشعة uv (٣٦٥ nm / ساعة) على ألواح TLC أدى إلى سلسلة من التفاعلات تنتج عنها مركبات هدم ضوئية أقل سمية لجنين البيض. كما وجد أن تعريض زيت الفول السوداني الملوث لهذه الأشعة لمدة ساعتين هدم ٤٠ - ٤٥ % من الأفلاتوكسينات الموجودة بها، كما أدى تعريض اللبن الملوث صناعياً بـ AFM₁ لهذه الأشعة إلى هدم ٤ - ١٠٠ % من AFM₁ ويتوقف ذلك على مدة التعرض للأشعة (٢ - ٦٠ د)، كما أن إضافة H₂O₂ ١ % إلى اللبن قبل المعاملة بالـ uv لمدة ١٠ د أدى إلى هدم AFM₁ تماماً، وقد يرجع ذلك إلى أن (O) المتولد من H₂O₂ كأصل حر يساعد في التأثير الفعال للأشعة. إلا أن معاملة الغذاء بهذه الأشعة كوسيلة لتخليصه من الأفلاتوكسينات محدودة لما يأتي:

- لم تلق قبولا في الصناعة، وقد يرجع ذلك لقلّة نفاذية uv خلال الغذاء.

- إحتمال تكون أفلاتوكسينات جديدة بعضها سام.

ii - تأثير أشعة جاما Gamma rays

يرجع تأثيرها غير المباشر فى هدم الأفلاتوكسينات إلى أنها تحلل الماء وكذا بعض مكونات الغذاء الأخرى مما ينتج عنه أصول حرة تتفاعل مع الأفلاتوكسين حيث تهاجم حلقة الفيوران Furan الطرفية فتقلل من سمية AFB_1 . إلا أن الأبحاث تشير إلى عدم إمكانية هدم الأفلاتوكسينات بأشعة جاما بمفردها لما يأتى:

- إرتفاع مقدار الجرعة اللازمه (أكثر من ١٠ Mrad) والجرعة المسموح بها تقريباً (٠,١ Mrad).

- الجرعات المنخفضة من أشعة جاما لا تشجع نمو الفطريات المنتجة للسموم وكذا كمية السم الناتج.

لذا قد ينصح بالجمع بين استخدام H_2O_2 وأشعة جاما (٨) فتوليد (O) كأصل حر يزيد من فاعلية الأشعة على هدم AFB_1 ولم يكن لنواتج الهدم نشاط حيوى باختبار Ames للطفرات.

iii - إشعاع الشمس Sun irradiation (ضوء الشمس - الضوء المرئى)

تتلف الطاقة الشمسية جزء من AFB_1 الموجود بالغذاء وقد يرجع ذلك لتأثيرها على الرابطة المزدوجة فى حلقة Furan إذ أن هذا الموقع هو مكان إرتباط التوكسين بالأحماض النووية والبروتينات وبالتالي إحداث التأثير السام إلا أن هذه المعاملة قد تؤدى لتكوين مركبات هدم سامة غير معروفة، وإن كانت أقل سمية من AFB_1 . وقد لوحظ أن الأفلاتوكسينات المرتبطة بالبروتين أقل حساسية للهدم الضوئى عن الأفلاتوكسينات الحرة، لذا فإن المنتجات الملوثة طبيعياً أقل حساسية لهدم الأفلاتوكسينات عن تلك الملوثة صناعياً إذ أن الأولى تكون مرتبطة ببروتين الغذاء أكثر من تلك الملوثة صناعياً.

ج- الطرق الكيماوية Chemical methods

والأساس فيها هو هدم AFB_1 إما عن طريق أكسدة حلقة الفيوران أو عن طريق التحلل المائى لحلقة اللاكتون وأكسدتها.

١ - العوامل المؤكسدة Oxidizing agents ومنها:

i - هيبوكلوريت الصوديوم وغاز الكلور:

ويوصى باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم لهدم الأفلاتوكسينات من الأسطح الملوثة لذا يستخدم بكثرة في معامل الأفلاتوكسينات لتخلص الأواني الزجاجية والأدوات من التلوث به. كما أن لهذه المعاملة تأثيراً فعالاً في هدم الأفلاتوكسينات في الأطعمة. ويتوقف ذلك على درجة الأكسدة الحادثة والتي تتوقف بدورها على ظروف المعاملة من تركيز الهيبوكلوريت ومدة المعاملة ودرجة الـ pH فتحت الظروف الحمضية يحدث هدم AFB_1 بالصورة التالية.

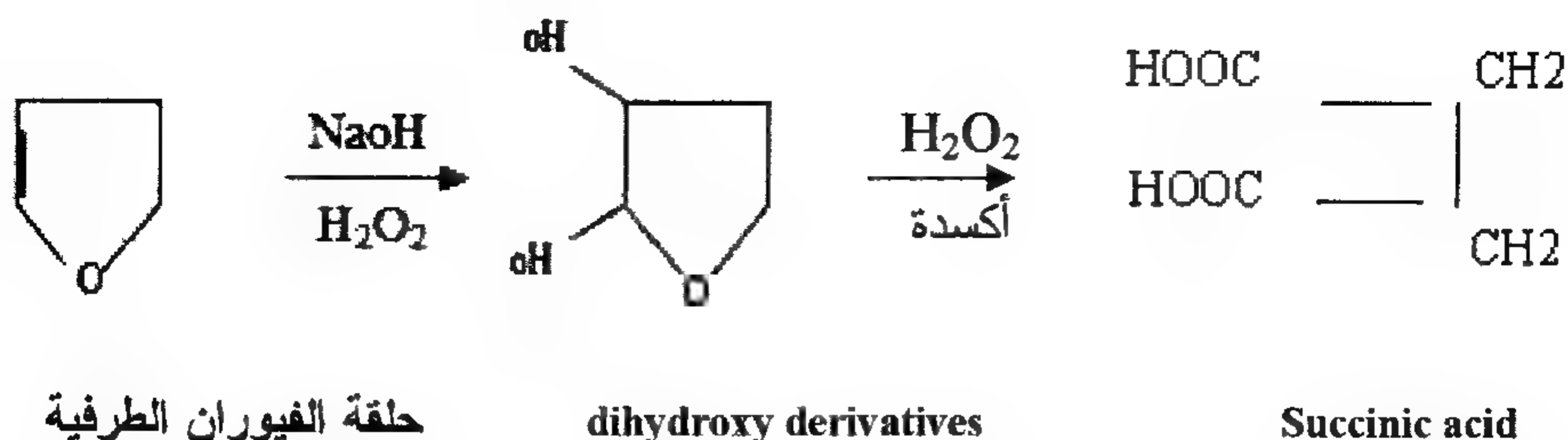


مادة غير سامه وهو مادة سرطانية إلا أنه غير وهو مادة سامه ومسرطنه
 ثابت

وتزداد القدرة على تحلل 8,9 dichloro AFB_1 في وجود ٥% أسيتون إلا أن وجود بقايا الكلورين، وهدم التربتوفان، ومدى نفاذية الغاز خلال الغذاء يؤدي دوره الفعال، كلها أمور تحتاج لدراسة أوسع رغم عدم السمية التي لوحظت بالنسبة لجنين البيض وحيوانات التجارب والتي تشير إلى أمن كلورة الغذاء.

ii - فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2

ويقترح استخدامه للتخلص من الأفلاتوكسينات في السوائل والمحاليل، إذ يمثل مكانه عالية في ذلك كما أنه رخيص الثمن، ويمكن التخلص من بقاياها دون أن يترك أثراً سامه. ويزداد تأثيره في هدم الأفلاتوكسينات في وجود NaOH ويتم هدم AFB_1 عن طريق تكوين مشتقات ثنائية الأيدروكسيل Dihydroxy derivatives ثم حمض سكسينك Succinic ويحدث ذلك عادة بكسر الرابطة المزدوجة في حلقة الفيوران الطرفية.



وقد لوحظ أن H_2O_2 يثبط نمو الفطر المنتج للأفلاتوكسينات فى البيئة الصناعية عند استخدامه بتركيز ٠,٣ - ٠,٥ ٪ أما تركيز ٠,٣ - ٠,٥ ٪ فإنه يسمح بنمو الفطر ويسرع من تكوين الأفلاتوكسينات.

iii - الأوزون (O_3)

عامل مؤكسد قوى مع AFB_1 عن طريق الرابطة الزوجية الموجودة بحلقة الفيوران الطرفية وله القدرة على هدم الأفلاتوكسينات على حرارة الغرفة، وقد ثبت أن المنتجات المعاملة بالأوزون غير سامة بناء على تجارب الفئران وجنين البيض. إلا أن المعاملة قد تسبب نقصاً فى معدل كفاءة البروتين Protein efficiency ratio ونقصاً فى الحمض الأميني ليسين مما يجعل الطريقة غير مرضية لحد ما Less satisfactory.

iv - ثنائى السلفيت bisulfite

يستخدم فى الصناعات الغذائية، ويمدّن استخدامه كمثبط للأفلاتوكسينات، فله تأثير فعال ضدها أكثر من الأمونيا أو أيروكسيد الصوديوم فى هدم AFB_1 فى القمح والذرة (أو تقليل نشاطه) ويمكن استخدامه لهذا الغرض بتركيز منخفض (٠,٥ - ١ ٪) ويرجع التأثير الفعال له إلى تفاعله مع المركزين النشطين لـ AFB_1 فيكسر حلقة اللاكتون كما يرتبط بحلقة الفيوران الطرفية وتتكون سلفونات الصوديوم Na - sulfonate المسؤولة عن تثبيط فاعلية AFB_1 ولكن قد يتكون بجانب ذلك بعض المواد السامة مثل (Epoxide) مما يحد من إستغلالها فى تثبيط الأفلاتوكسين.

٢ - عوامل التحلل المائي hydrolytic agents

i - التحلل المائي بالقلويات

المعاملة بالقلوى مع التسخين (110°C) تكسر حلقة lactone وتختلف درجة فاعلية القلويات فى هدم AFB_1 كما يلى:



وقد إستخدمت المعاملة بالأمونيا لهدم AFB_1 فى علائق الحيوان، وهى فعالة سواء فى الصورة الغازية أو فى صورة محلول فيمكن بها هدم ٩٥٪ من التوكسين، فعند تغذية الأبقار على عليقة من كسب بذرة القطن ملوث بـ AFB_1 ولكن معاملاً بالأمونيا، كان اللبن الناتج منخفضاً أو خالياً من AFM_1 . كما كانت الأنسجة تحتوى على كمية قليلة من AFB_1 ، وهذا يدل على أن حموضة معدة الحيوان لاتساعد على إسترجاع نشاط التوكسين المعامل، كما تدل على أن التفاعل الحادث بين التوكسين والأمونيا تفاعل غير رجعى.

ودور الأمونيا فى هدم AFB_1 يتمثل فى فتح حلقة اللاكتون (خاصة عند PH ٩,٥) ثم عملية Decarboxylation لإنتاج مركبات غير سامة تقريباً مثل β -keto acids، AFD_1 ولاضرر من إعطاء العليقة المعاملة بالأمونيا للحيوان، إلا أنها غير ملائمة لمعالجة غذاء الإنسان إذ تقلل من جودة الغذاء المعامل بها، فتسبب نقص فى كفاءة البروتين (١٠٪) ونقص ملحوظ فى الحمض الأمينى ليسين ومثيونين مع إحتمال ظهور بقايا سامة من نواتج التحلل المائي، كل هذا جعل المعاملة بالأمونيا أقل قبولاً وأن العملية ملائمة فقط لمعالجة عليقة الحيوان وليس غذاء الإنسان.

ii - التحلل المائي بالأحماض

المعاملة بالأحماض القوية يؤدى إلى تأدرت AFB_1 عند الرابطة ٨، ٩ لحلقة الفيوران الطرفية لتكوين AFB_{2a} .

والذى سميته تعادل ٢٠٠/١ من سمية AFB_1 . ولما كانت المعاملة بالأحماض القوية تؤثر على جودة الغذاء، كما أن AFB_{2a} مازال ساماً، فإن إستخدام هذه الطريقة فى هدم الأفلاتوكسينات غير مشجعة.

II- إزالة التوكسين من الغذاء أو العليقة

أ- إستخلاص التوكسين بالمذيبات العضوية

ومن أمثلة هذه المذيبات الإيثانول Ethanol - الأسيتون Acetone - الأيزوبروبانول Isopropanol - الهكسان Hexane وقد تستخدم هذه المذيبات فى إستخلاص التوكسين من علائق الحيوانات، إذ أمكن إزالة آثار الأفلاتوكسينات من كسب البذور الزيتية بهذه الطريقة دون تكون مواد ثانوية سامة، أو نقص فى محتوى الكسب من البروتين أو جودته. ولكن يصعب إستخدام هذه الطريقة على نطاق واسع نظراً لأنها مكلفة، وقد تعطى طعاماً غير مقبول فى العليقة، هذا بجانب المشاكل الصحية الناجمة عن كيفية التخلص من المواد السامة المستخلصة.

ب- إدمصاص التوكسين

وذلك بإدمصاص التوكسين على أسطح مواد لها القدرة على الإرتباط بالأفلاتوكسينات ومن هذه المواد: الفحم النشط Activated carbon، طمى البنتونيت Bentonite clay، سليكات ألومينات الصوديوم والكالسيوم المائي Hydrated sodium calcium aluminasilicate (HSCAS).

وقد أمكن إزالة ٦٥ - ٨٠٪ من AFM₁ من اللبن بإمراره على مادة طمى البنتونيت ويتوقف نسبة التوكسين المفصول بهذه الطريقة على حجم جزيئات مادة الإدمصاص (الحجم الأصغر أفضل) وسابق تسخين مادة الإدمصاص (التسخين ينشط مادة الإدمصاص).

ولكن يعاب على هذه الطريقة أن إستخدامها محدود، مع صعوبة التخلص من المواد السامة المستخلصة.

طرق تحليل الأفلاتوكسينات: وتشمل طرقاً حيوية وأخرى كيميائية

أولاً: الطرق الحيوية:

وهى تعتمد على السمية، ولكنها غير مميزة لنوع التوكسين ومنها:

١- إستخدام بط صغير حديث الفقس (أقل جرعة ٠,٤ µg / يوم لمدة خمسة أيام).

٢- إستخدام جنين البيض وهى أكثر حساسية (LD_{50} لكل بيضة ٠,٠٢ μg)

٣- إستخدام بكتريا *B. brevis* أو *B. megatricum*.

ثانياً: الطرق الكيماوية:

وهى تعتمد على فصل التوكسين وتقديره وصفيًا وكميًا وتتلخص فى الخطوات التالية:

١- إعداد العينة.

٢- إستخلاص التوكسين: وذلك بإستخدام بعض النظم من المذيبات على pH حمضى أو متعادل، ثم يفصل المذيب المحتوى على التوكسين بالطرد المركزى ومن مذيبات الإستخلاص (2 : 8) Methanol: water - (15: 85) Acetone: water ويتوقف حجم المذيب المستخدم على وزن العينة.

٣- تنقية التوكسين: وذلك لإزالة ما يعلق بالمستخلص من دهن وصبغات ومواد متداخلة. حيث يمكن إزالة الدهن وذلك بتوزيعه بين الهكسان Hexane ومذيب الأستخلاص. ويمكن إزالة الصبغات والمواد المتداخلة الأخرى والأقل ذوباناً فى الماء بمحلول التنظيف Cleaning solution ومن أمثلته Zinc sulfate + Phosphotungstic acid (١٥٠ جم من كل منهما فى لتر ماء) ويضاف محلول التنظيف بحجم مماثل تقريباً لحجم المستخلص المتحصل عليه بالطرد المركزى ويقوم محلول التنظيف بترسيب المواد المتداخلة والتي يمكن فصلها أيضاً بالطرد المركزى.

٤- فصل التوكسين: وفيها يفصل التوكسين المتحصل عليه بعد تنقيته. من محلوله بإستخدام الكلوروفورم أو البنزين أو كلوريد الميثيلين وللحصول على توكسين أكثر نقاوة يدمص التوكسين على Florisil , Silica gel - cellulose alumina.

٥- التحليل الوصفى والكمى للتوكسين: يوجد لذلك عدة طرق.

أ- الغربلة Screening: وفيها يدمص التوكسين من مستخلص الكلوروفورم أو البنزين على Florisil معبأ فى عمود صغير ورؤية العمود تحت uv حيث يشاهد حزمه متوهجة زرقاء.

ب- الطرق الإفتراضية أو الإحتمالية Presumptive methods وذلك بإستخدام:

: *Thin layer chromatography (TLC) – i*

وهى طريقة جيدة للتعرف (وصفى) على التوكسين إذ يمكن رؤية توهج التوكسين حتى تركيز ٠,٥ ng كما يمكن إستخدامها للتقدير الكمى بقياس كثافة توهج البقع ومقارنتها ببقع قياسية على نفس اللوح. وفى طريقة TLC توضع بقعة ذات حجم معين من المستخلص المراد معرفة تركيز التوكسين فيه على اللوح كما توضع بقع قياسية من التوكسين على نفس اللوح ثم يوضع اللوح وعليه البقع فى مذيب Diethyl ether فى إناء بعمق اسم وتوضع فى الظلام لحين وصول المذيب إلى إرتفاع ١٨ سم وتخرج الألواح فى الظلام وتجفف فى درجة حرارة الغرفة والهدف من ذلك هو إزالة بعض البقع الوميضية والمواد الدهنية التى تتداخل مع الأفلاتوكسين، بينما تتحرك بقع الأفلاتوكسين مسافة قصيرة جداً ويمكن إعتبار قيمة R_f للأفلاتوكسين فى هذا المذيب = صفر. بعد تجفيف الألواح، فى الظلام فى درجة حرارة الغرفة توضع الألواح فى المذيب الأسمى اللازم لفصل (تحرك) التوكسين ويتكون هذا المذيب من كلوروفورم: ميثانول ٩٩ : ١ ثم تقارن بقع التوكسين فى العينة بالبقع القياسية على اللوح.

ii – HpLC: يمكن به الكشف عن التوكسينات من ٢ : ١٠ ng حتى ٥٠ ng لكل توكسين High performance LC.

iii – Uv spectrometer: يمكن به الكشف عن التوكسينات لأكثر من ٤ µg.

iv – GLC: يصعب إستخدامه لقلة تطاير الأفلاتوكسين وإرتفاع وزنه الجزيئ.

ج- الطرق التأكيدية: Confirmatory methods وتشمل:

i – مقارنة R_f توكسين العينة ببقع قياسية على TLC.

ii – إختبار السمية بجنين البيض.

iii – إستخدام Mass spectrometry: وهى طريقة تخصصيه وتأكديه إلا أنها مكلفة.

iv – إستخدام محاليل لإظهار اللون على TLC: وفى هذه الطريقة يضاف للبقعة

spot على TLC مادة TFA تراى فلورو حمض الخليك Tri fluoro acetic.

بمعدل ٢ ميكرو لتر (μl) للبقعة وتترك البقعة لتتفاعل مع TFA لمدة ٥ د، ثم يمرر هواء جار بإستخدام مجفف لمدة ١٠ د ثم يجرى الفصل الكروماتوجرافى فى مذيب مكون من كلوروفورم: أسيتون (٨٥ : ١٥)، وبعدها تخرج الألواح وتفحص تحت uv ثم ترش بمحلول ٢٥٪ H_2SO_4 حيث يتغير لون بقع الأفلاتوكسين AFB_1 من اللون الأزرق، وبقع AFG_1 من اللون الأزرق المخضر إلى اللون الأصفر بفحصها تحت uv وفى نفس الوقت يمكن التأكد من R_f .

الفصل التاسع

التلوث بالفيروسات Virological contamination

مقدمه

الفيروسات كائنات صغيرة تمر من المرشحات البكتيرية وهي جزيئات Particles ذات تركيب كيميائي بسيط تحتوي DNA أو RNA (ونادراً ما تحتوي النوعين من البروتين) كما تحتوي على بعض الليبيدات. ولا تحتوي الفيروسات جهاز تمثيلى Metabolic apparatus، ولذا فهي تحصل على الطاقة اللازمه لتكاثرها من خلايا العائل إذ أنها كائنات متطفلة إجبارياً، تعيش وتتكاثر داخل خلايا العائل الحى (بكتريا - نبات - حيوانات - إنسان) وليس لها القدرة على النمو والتكاثر فى الغذاء. ومعظم الأمراض الناتجة عن الإصابة بالفيروسات يصعب معالجتها بالأدوية العادية. ولا تتبع الفيروسات فى نظم التقسيم الحديثة عالم النبات أو الحيوان وتوضع فى مملكة مستقلة تسمى مملكة الفيروسات Kingdom Virotae.

وكثير من أنواع الفيروسات ممرضة للإنسان وتسبب أمراضاً عديدة مثل الجدري small pox والحصبة measles وإلتهاب الدماغ encephalitis، إلتهاب الكبد epidemic hepatitis والحمى النزيفيه haemorrhagic fever وشلل الأطفال poliomyelitis ومرض القدم والفم Foot and mouth disease والأمراض التى تسببها الفيروسات تعادل 3/4 الأمراض المعدية التى تصيب الإنسان.

ونظراً لصغر حجم الفيروسات وصعوبة زراعتها على البيئات فمن الصعب وصف الفيروس تماماً، ولكن أمكن بالميكروسكوب الإلكتروني تقدير أبعاد وحجم الفيروس وبعض خواصه المورفولوجيه.

تقسيم الفيروسات

وتوجد عدة طرق لتقسيم الفيروسات منها الخواص المورفولوجية، تركيبها الكيماوى، وأنواع الأمراض التى تسببها للإنسان Pathogenic criteria والأعضاء أو الأجهزة التى تهاجمها.

أ- الخواص المورفولوجية Morphological properties

كائنات صغيرة الحجم ليس لها جدار خلوى، يتراوح قطرها ٢٥ - ٢٥٠ nm فى اصغر أبعادها، والفيروسات التى تنتقل عن طريق الغذاء تكون كروية الشكل تقريباً ويتراوح قطرها ٢٥ - ٧٥ nm ويمكن تقسيمها تبعاً لشكلها إلى عدة مجموعات:

١- الشكل الحزوني Spherical form: ويتراوح حجمها ما بين ١٨ : ١٥٠ nm ومنها Viruses of , Viruses of influenza, Virus - like bodies of human tumours Paratitus فيروس الغدة النكفية.

٢- الشكل العصى Rode shaped form: أبعادها ٣٠٠ × ١٥ nm ومنها آفة البطاطس potato blight ومرض موزيك الدخان Tobacco mosaic disease.

٣- الشكل المكعبى Cuboidal form: حجمها من ٢١٠ - ٣٠٥ nm ومنها جدري الكنارى canary pox ولقاح جدري البقر vaccinia virus.

٤- شكل الحيوان المنوى Spermatozoid form: يتراوح قطرها ما بين ١٠ - ٢٢٥ nm ومنها فيروسات النباتات الدنيا Lower plants.

ويمكن تقدير حجم الفيروسات عن طريق:

١- الترشيح خلال الأغشية الغرويه Colloid membranes.

٢- الطرد المركزى على السرعة (Centrifugation (in high speed centrifuge).

٣- الميكروسكوب الإلكتروني Electronic microscope.

ب- التركيب الكيماوى Chemical structure (المكونات الأساسية لجزئ الفيروس)

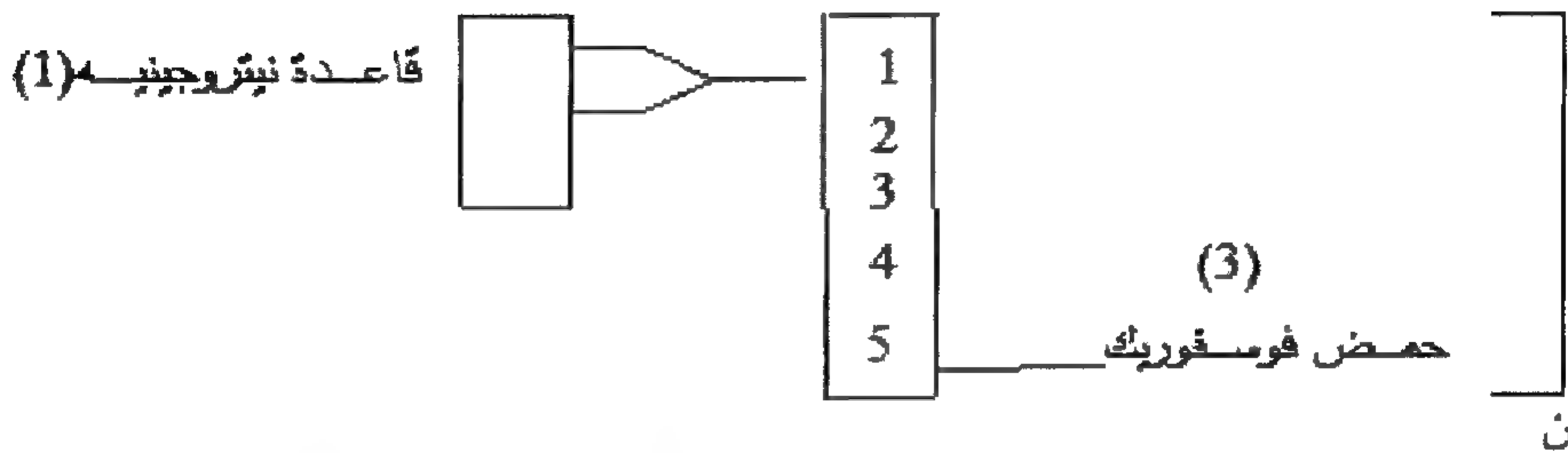
أولاً: الحمض النووى: Nucleic acid

يتكون الفيروس أساساً من الحمض النووى (Deoxy ribonucleic acid (DNA أو الحمض النووى (Rebonucleic acid (RNA، ونادراً ما يحتوى الفيروس على النوعين

معاً، ويعرف الحمض النووي بأسم المورث Genome وهو كل المادة الوراثية ويتكون الحمض النووي من اتحاد عدد كبير من النيكلوتيدات.

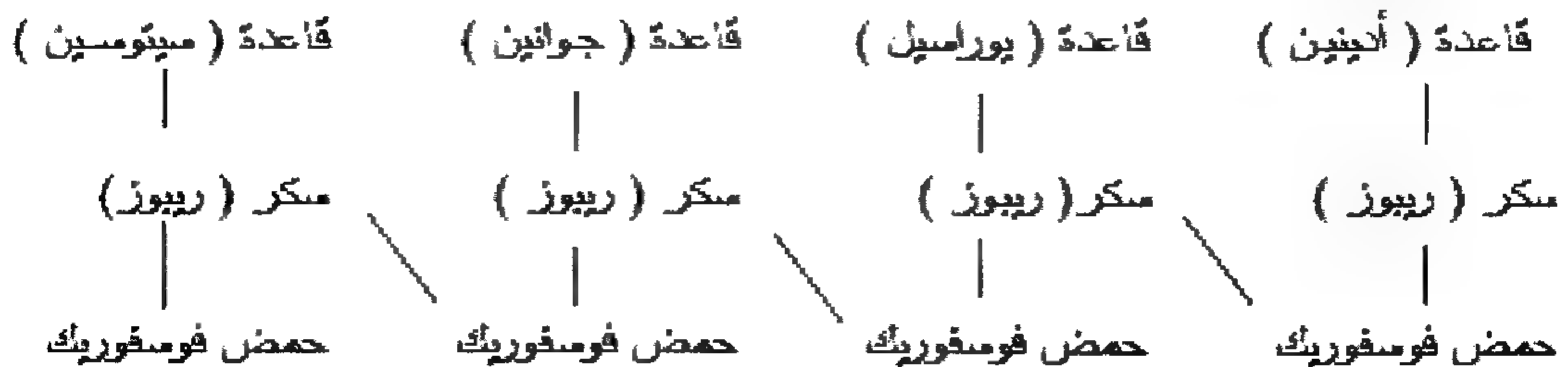
وكل نيكلوتيدة تتكون من جزئ سكر خماسي ريبوز فى حالة (RNA) Rebonucleic acid أو دى أوكسى ريبوز فى حالة (DNA) Deoxy ribonucleic acid (والأخير ينقصه ذرة اكسجين). ويرتبط السكر بجزئ حمض فوسفوريك من ناحية وبقاعدة نيتروجينية من ناحية أخرى.

(2) سكر خماسي



nucleoside ← (2) + (1) نيكلوسيد
 nucleotide ← (3) + (2) + (1) نيكلوتيد
 nucleic acid ← (عدة نيكلوتيدات) الحمض النووي
 RNA أو DNA ن

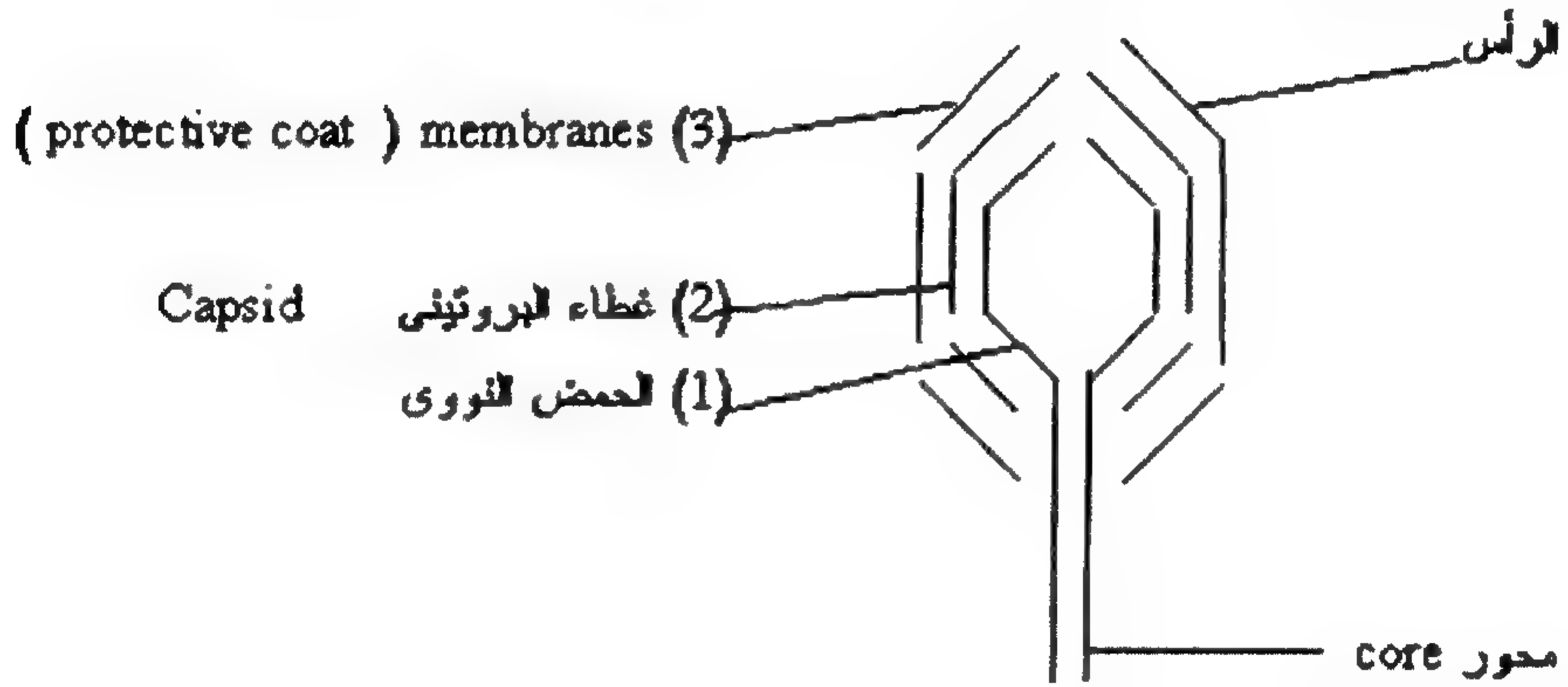
والقاعدة النيتروجينية الموجودة بالأحماض النووية منها ما ينتمى لمجموعة Purine البيورين ومن أهمها الأدينين Adenine والجوانين Guanine، ومنها ما ينتمى إلى مجموعة البيريميدين Pyrimidine ومن أهمها السيتوسين Cytosine والثيمين Thymine واليوراسيل Uracil ويمثل التخطيط التالى التركيب البنائى لحمض نووى RNA مكون من أربعة قواعد نيتروجينية



ويدخل فى تركيب جزئ RNA أربعة قواعد هى الأدينين، اليوراسيل، الجوانين، السيتوسين

ويدخل فى تركيب جزئ DNA نفس القواعد الأربعة السابقة فقط يحل الثيمين Thymene بدلاً من اليوراسيل Uracil ويعتبر الحمض النووى RNA أو DNA هو الجزء المعدى من الفيروس، والمسئول عن إنتاج فيروسات جديدة لاختلف عن الفيروس الأصل.

ثانياً: الغطاء البروتينى (٢) Protein coat أو Protein shell وهو المكون الثانى بعد الحمض النووى، وهو يغلف الحمض النووى الفيروسى ويسمى Capsid، ويطلق عليه مع ما يلاصقه من الحمض النووى إصطلاح nucleocapsid.



شكل يبين تركيب الفيروس

ويتكون المحور والغطاء البروتينى عادة من بروتينات بسيطة Protamine or histone يدخل فى تركيبها حوالى ٢٠ حمض أمينى ترتبط مع بعضها فى تتابعات مختلفة لتكون البروتينات الفيروسيه المختلفة، ويبدو أن بعض هذه الأحماض الأمينية توجد فى بروتين جميع الفيروسات، بينما يوجد بعضها فى بعض الفيروسات فقط. وترتبط هذه الأحماض مع بعضها بروابط ببتيديه مكونه عديدات الببتيد Polypeptides.

وليس للغطاء البروتينى دور فى عملية الإصابة أو التضاعف الخاص بالفيروس، إذ أن دور الغطاء البروتينى هو حماية الحمض النووى RNA أو DNA من تأثير التحلل الأنزيمى ribonuclease الخاص بالعائل، كما يحميه من عديد من العوامل الخارجيه.

ملاحظات:

- ١- بعض الفيروسات قد لا تحتوى غطاء بروتينياً أى يكون الحمض النووى عارياً naked ويطلق على هذه الفيروسات العاريه إسم فيرويدات Viroids وهى عوامل ممرضة تتكون من جزئ صغير من حمض نووى فقط.
- ٢- بعض الفيروسات قد تحتوى أغشيه (٣) Membranes (Protective coat) بالإضافة إلى وجود الحمض النووى والغطاء البروتينى. وتتكون هذه الأغشيه من دهون بروتينية Lipoproteins وكربوهيدرات.
- ٣- لا ينشط الفيروس إلا داخل الخلية، ويسمى فيروساً حياً أو فيريون Verion وعندما يتكاثر يكون خلفه Progency أى فيريونات Verions. أما خارج الخلية فيظل الفيروس خاملاً أيضاً (أى من حيث التمثيل) Metabolically inert ويسمى دقيقة فيروسيه Viru particle.
- ٤- البروتين النووى Nucleoprotein: هو ذلك الجزء من الفيرس الذى يضم الحمض النووى الفيروسى مع بعض بروتينات الفيرس الداخلية المرتبطة به، والذى يوجد فى محور Core الدقيقة الفيروسيه ويمثل التخطيط التالى نواتج البروتين النووى.

• البروتين النووى



جزء بروتينى (Protamine or histone) Proteinic part

+ جزء غير بروتينى Non proteinic part

وهو ما يمثل الحمض النووى Nucleic acid

- الحمض النووى Nucleic acid ← نيكلو تيدات Nucleotides
- النيكلو تيدات Nucleotides ← نيكلوسيد Nucleoside + حمض فوسفوريك
- النيكلوسيد Nucleoside ← قاعدة نيتروجينية + سكر خماسى (ريبوأو دى أوكسى ريبوز)

أهم العائلات الفيروسية التى تصيب الإنسان وخواصها

يتكون الفيروس أساساً من الحمض النووى DNA أو الحمض النووى RNA وتحتوى الفيروسات البكتيرية غالباً الحمض النووى DNA، كما تحتوى الفيروسات النباتية غالباً الحمض النووى RNA، أما الفيروسات التى تصيب الحيوانات والإنسان فبعضها يحتوى الحمض النووى DNA وبعضها يحتوى الحمض النووى RNA.

ويبين الجدول (٣١) أهم الفيروسات التى تصيب الإنسان والمحتوية DNA كما يبين الجدول (٣٢) أهم الفيروسات التى تصيب الإنسان والمحتوية RNA.

جدول (٣١) أهم الفيروسات التى تصيب الإنسان والمحتوية DNA وبعض خواصها

العائلة	الخواص
Parvoviridae	كلمة parvo تعنى صغير، قطرها - ٢٠ nm وهى ثابتة تجاه الحرارة ولها عدد قليل من العوائل إلا أن منها ما يصيب الإنسان مثل Human parvovirus B19 ومنها ما يصيب بعض الثدييات والطيور Parvovirus of mammals & birds
Papovayiridae	قطرها - ٥٥ nm تتكاثر داخل نواة خلايا العائل، بعضها يكون نتوءات صغيرة مصحوبة بسرطان عنق الرحم أو سرطان الجلد مثل فيروس Papillomavirus
Herpes viridae	كلمة herpes تعنى زحف creeping، قطرها حوالى ١٥٠ nm تتكاثر داخل نواة العائل. العديد من أنواعها ممرض للإنسان فمنها ما يسبب إصابة مزمنة Chronic infection وتفرز فى اللعاب والإفرازات التناسلية Genital secretion، وقد توجد بصفة مستمرة أو متقطعة دون ظهور أعراض مرضية، وقد تستمر هذه الإفرازات لعدة سنوات بعد الإصابة. وبعض أفراد العائلة قد تلعب دوراً فى الإصابة بالسرطان
Poxviridae	تعتبر أكبر وأكثر الفيروسات التى تصيب الفقاريات. لها شكل القالب brick n shaped أبعادها ٢٥٠ × ٢٠٠ × ٢٠٠ nm. وهى خلاف معظم الفيروسات DNA إذ أنها تتكاثر فى سيتوبلازم خلايا العائل. ومعظم اجناس هذه العائلة تسبب الجدرى للحيوانات والإنسان. ومن أمثلة ذلك بعض أنواع جنس Parapox virus والتى تسبب الجدرى الكاذب للإنسان Pseudo cow pox والذى يسمى بثرات الحلاب Milker's node

العائلة	الخواص
Hepadnaviridae	<p>جزيئات كرويه قطرها - ٤٢ nm، وأفراد هذه العائلة عالية التخصص، وتتكاثر في خلايا الكبد Hepatocytes وتسبب إتهاب الكبد hepatitis المزمن، وتسبب تليف الكبد cirrhosis وحالة سرطانية أوليه لخلايا الكبد Primary hepato cellular carcinoma</p> <p>ومن أكثر الأنواع التابعة لهذه العائلة أهمية للإنسان هو فيروس B الكبدى Human hepatitis B Virus</p>

جدول (٣٢) أهم الفيروسات التى تصيب الإنسان والمحتويه RNA وبعض خواصها

العائلة	الخواص
Picornaviridae	<p>قطرها ٢٥ - ٣٠ nm وتشمل هذه العائلة أهم أنواع الفيروسات المرضيه للإنسان والحيوان، ومنها عدة أجناس مثل:</p> <p>١- Enterovirus: ومعظم أنواع هذا الجنس تسبب حمى معويه كما تصيب الجزء العلوى من الجهاز التنفسى والقناة الهضمية، كما تسبب الطفح الجلدى rashes والكثير من الإلتهابات مثل إتهاب القلب Carditis وإلتهاب الملتحمة Conjunctivitis وإلتهاب الحدقه Myositis كما أن فيروس Polioviruses المسبب لشلل الأطفال يتبع هذا الجنس.</p> <p>وتتميز فيروسات هذا الجنس بمقاومتها للحموضة (pH ٣ أو أقل)، كما تقاوم الكحول (٧٠٪) والإثير (٢٠٪) والأمونيوم الرباعيه (١٪) والمنظفات المختلفة وهى ثابتة عند درجات حرارة أقل من الصفر المئوى لعدة سنوات، وعند درجات حرارة التبريد (الثلاجة) لعدة أسابيع، ودرجة حرارة الغرفة لعدة أيام. ولكن يقضى عليها سريعاً عند حرارة (٥٠ م°)، والفورمالهيد (٠,٣٪) ومحلول (٠,١ أساس) حمض الهيدروكلوريك، محلول ٠,٣ - ٠,٥ جزء / مليون كلورين كما يقضى عليها بالأشعة فوق البنفسجيه uv وبالتجفيف. إلا أن وجود كلوريد الماغنسيوم يزيد من ثبات ومقاومة هذه الفيروسات.</p> <p>٢- Hepatovirus: ويتبعه فيروس A الكبدى Human hepatitis A virus</p> <p>٣- Rhinovirus: وأفراد هذا الجنس من أكثر الأنواع المسببه لأمراض البرد.</p> <p>٤- Aphthovirus: ويتبعه فيروس الحمى القلاعية.</p> <p>Foot & mouth disease Virus (FMDV)</p>

العائلة	الخواص
Caliciviridae	قطرها ٣٥ - ٤٠ nm ومنها جنس Calicivirus والذي يتبعه ١- فيروس E الكبد في الإنسان hepatitis E virus وينتقل عن طريق الفم ٢- عامل نوروك Norwalk agent وله أهميه في الإصابه بأمراض الجهاز الهضمي.
Astroviridae	كرويه الشكل لها شكل يشبه النجمه، توجد في براز الإنسان والحيوانات التي تعاني من التهاب الأمعاء Enteritis
Togaviridae	فيروسات صغيرة كرويه ٦٠ - ٧٠ nm تتكاثر في السيتوبلازم ومن أجناسه ١- Alphavirus: يتبعه عدة أنواع ينقلها البعوض إلى الإنسان وقد يسبب له السحاء الدماغى Encephalitis والتهاب المفاصل Arthritis ٢- Rubivirus: ممرض هام للإنسان إذ يحدث تشوهات خلقية في الأجنة عندما يصاب به النساء الحوامل
Flaviviridae	قطرها ٤٠ - ٥٠ nm ومنه: ١- Flavivirus: يصيب أساساً المفصليات (البعوض - القراد) ومنها أنواع تسبب الحمى الصفراء وحمى Dengue للإنسان ٢- Hepatitis C virus: وينتقل للإنسان عن طريق الدم وكذا العلاقة الجنسية.
Coronaviridae	عبارة عن فيروسات متعددة الأشكال pleomorphic ٧٥ - ١٦٠ nm بعض الأنواع تسبب نزلات البرد للإنسان (والبعض أمكن رؤيته في براز الإنسان)
Paramyxoviridae	له أشكال متعددة قطره ١٥٠ - ٣٠٠ nm ومنه عدة أجناس ١- Paramyxovirus: أنواعه تسبب أمراض الجهاز التنفسي ٢- pneumovirus: أنواعه تسبب أمراض الجهاز التنفسي للأطفال ٣- Morbillivirus: أنواعه تسبب الحصبة Measles المصحوبه بالطفح ٤- Rubulavirus: أنواعه تسبب أمراض الغدة النكفية فمنه فيروس (النكاف) Mumps وهو الوحيد التابع لهذا الجنس الممرض للإنسان
Rhabdoviridis	له شكل الرصاصة Bullet fi shaped ١٨٠ × ٧٥ nm ومن أنواعه فيروس الكلب rabies fi like virus والذي يسبب مرض للإنسان بعد عضه حيوان
Filoviridae	خيطية الشكل ٧٩٠ - ٩٧٠ nm طولاً، ٨٠ nm عرضاً وبعض أنواعها تسبب حمى النزيف hemorrhagic fever في الإنسان في أفريقيا

العائلة	الخواص
Orthomyxoviridae	فيروسات كرويه ٨٠ - ١٢٠ nm وتعرف بفيروسات الأنفلونزا ومنها A, B, C
Arenaviridae	سمى كذلك لأن أفرادها تحتوى جزيئات تشبه الرمل (arcna = sand) ومن انواعها مايسبب حمى النزيف Hemorrhagic fever تشبه ما تسببه فيروسات عائلة Filoviridae
Bunyaviridae	يتكاثر فى سيتوبلازم خلايا العائل ويصيب الحيوانات غير المستأنسه وبعضها ينتقل عن طريق البعوض
Reoviridae	وأفرادها تصيب الجهاز التنفسي والمعوى. ومنها جنس rotavirus وهو يشمل فيروسات لها أهميه فى حدوث الأسهال فى الإنسان وبعض الحيوانات الأليفة
Retroviridae	قطرها ٨٠ - ١٠٠ nm ومن الأنواع التابعة للعائلة Human T cell lymphotropic viruses HTLV- BLV viruses والذى يسبب Leukemia (إبيضاض الدم) فى الإنسان

وبجانب الأنواع التابعة للعائلات السابقة والممرضة للإنسان توجد أنواع أخرى لا تنتمى لتلك العائلات من أمثلتها:

١- Hepatitis D Virus: وهو ينتمى إلى جنس Deltavirus وهو يسبب مرضاً خطراً يتمثل فى التهاب الكبد المزمن و/ أو تليف الكبد Cirrhosis.

٢- البريونات Prions: وهى مجموعة من العوامل المعدية، وتختلف فى خواصها عن الفيروسات والفيرويدات Viroids فهى ليست أحماضاً نووية ولكنها جزيئات كبيرة من البروتين تتشابه مع الأحماض النووية فى أنها تتكاثر.

وقد أطلق العالم بروينر Prusiner عليها كلمة Prion وهى تعنى العامل المعدى البروتينى proteinaceous infectious agent ويظن أن البريون Prion بروتين غير طبيعى خال من الحمض النووى، ويوجد مرتبطاً بأسطح الخلايا، ويتداخل مع المادة الوراثية DNA للعائل لينتج العديد من نفس البريون والذى تتراكم مسببة المرض.

ويوجد من هذه العوامل الممرضة سبعة أمراض تصيب الحيوان والإنسان من أمثلتها مرض المخ الإسفنجى فى الأبقار Bovine spongy form encephalopathy والمسمى جنون البقر، ومرض كروتزفيلدت - جاكوب Creutzfeldt ñ Jacob فى

الإنسان. وربما تكون هذه البريونات تسبب مرض عته الكبار والمعروف بالزهايمر Alzheimer's disease.

وتتميز البريونات بأنها ذات تأثيرات مرضية على الجهاز العصبي، وفترة حضانه طويلة تتراوح بين شهرين وعقود (قبل ظهور المرض) وبأنها أمراض مزمنة مداها أسابيع إلى سنين وقد تؤدي للموت.

والبريونات حساسة للإنزيمات المحللة للبروتين، وليست حساسة للإنزيمات المحللة للحمض النووي، كما أنها أكثر مقاومه من الفيروسات للإشعاع وغيرها من المعاملات التي تثبط الفيروس كحرارة الطبخ.

الفيروسات والأمراض الفيروسيه الملوثة للبن الخام وبعض المنتجات اللبنيه

توجد مجموعة من الفيروسات المعويه Enteroviruses تتكاثر في القناة المعويه للإنسان والحيوان من الممكن أن تلوث اللبن ومنتجاته.

ويبين الجدول (٣٣) أهم عائلات وأجناس وأنواع الفيروسات الملوثة للبن، والأمراض الفيروسيه المصاحبه لها

جدول (٣٣) أهم الفيروسات الملوثة للبن، والأمراض الناتجه عنها

المرض	النوع	الجنس	العائلة
شلل الأطفال	Polioviruses	Enterovirus	1- Picornavida
عدة أمراض	Coxsackia Viruses		
إلتهاب الكبد الفيروسي A	Human hepatitis A Virus (HHAV)		
الحمى القلاعية	Foot & mouth disease Virus (FMDV)		
مرض قئ الشتاء	مجموعة الفيروسات الكرويه الصغيره وأهمها Norwalk	Calicivirus	2- Caliciviridae
الالتهاب السحائي	Tick & borne encephalitis Virus	Flavivirus	Flaviviridae

وغالباً لا تتواجد هذه الفيروسات في اللبن أو منتجاته، ووجودها يكون ناتجاً عن التلوث بإفرازات وفضلات الحيوان أو الإنسان الحاملة لهذه الفيروسات.

أولاً: الأمراض الفيروسية الناتجة عن التلوث بأفراد من عائلة Picornaviridae

أ- أمراض ناتجة عن أنواع من جنس Enterovirus

مقدمه:

معظم الأنواع التابعة لهذا الجنس تسبب حمى معوية، وقد يصحب ذلك إتهاب الدماغ السحائي Meningoen cephalitis وإتهاب القلب Carditis، إتهاب ملتحمة العين Conjunctivitis وإتهاب الحدقة Myositis كما تسبب طفح جلدى Rashes وتصيب الجزء العلوى من الجهاز التنفسى والقناة الهضمية. وهى فيروسات مقاومة للحموضة تتحمل pH ٣ أو أقل كما تقاوم الكحول (٧٠٪) والأثير (٢٠٪) والكلوروفورم (٥٪) والأمونيوم الرباعية (١٪) والمنظفات المختلفة، كما أنها ثابتة عند درجات حرارة التبريد (الثلاجة) لعدة أسابيع، وثابته على درجة حرارة الغرفة لعدة أيام، ولكن يقضى عليها سريعاً على ٥٠ °م، كما تتلف نشاطها بالفورمالدهيد (٠,٣٪)، ١٠/١ أساس HCl، ٠,٣ - ٠,٥ جزء فى المليون من الكلورين الحر إلا أن وجود كلوريد الماغنسيوم يزيد من ثبات ومقاومة هذه الفيروسات.

ويشمل هذا الجنس عدة أنواع من أهمها:

١- Cocksackieviruses

٢- Polioviruses وتسبب شلل الأطفال

١- أمراض ناتجة عن فيروسات Cocksackieviruses

تسبب هذه المجموعة من الفيروسات عدة أمراض منها

أمراض الرئة Borhalm disease أو Pleurodynia والإسهال الصيفى الوبائى الشديد فى الرضع Sever - epidemic summer diarrhoea in infants (أمراض الرئة)، (القوباء) Herpangina، (الطفح) Boston (epidemic) exanthema، (إتهاب عضلة القلب) Aseptic carditis وأمراض أخرى (الخناق) croup ومايشبه الأنفلونزا Influenza like، ومايشبه الشلل Poliomyelitis like diseases.

الفيروسات المسببة للأمراض:

تضم هذه المجموعة حوالى ٣٠ نوعاً تقع تحت مجموعتين subgroups هى المجموعة A (٢٤ نوع) والمجموعة B (٦ أنواع).

الخواص المورفولوجيه:

فيروسات صغيرة جداً ٢٣ - ٥٠ mu تمر من المرشحات البكتيرية.

الخواص المزرعية: تنمو على الأنسجة المزرعية من خلايا كلى الإنسان والقردة وكذلك Human embryo fibroblasts.

المقاومه:

لهذه الأنواع مقاومه عاليه نسبياً فتقاوم التجميد (-٧٠°م) لفترة طويلة، وتعيش لأكثر من سنه فى الثلاجه، وفى الجلسرين ومصل الخيل لمدة ٧٠ يوم على حرارة الغرفة. وتشبه فيروسات Paliomyelitis بأنها تقاوم تركيزات مختلفه من الـ pH ٤ - ٨ لمدة أيام، وتقتل على ٥٠ - ٥٥°م / ٣٠ د وتقاوم المضادات الحيويه، كحول ايثايل (٧٠٪) إلا أنها حساسه جداً لمحاليل حمض الهيدروكلوريك والفورمالدهيد.

مصادر العدوى:

هذه الفيروسات واسعه الانتشار وتنتقل بين المرضى عن طريق البراز وإفرازات الأنف والبلعوم، ومن المجارى ويلعب الذباب دوراً كبيراً فى إنتشار المرض خاصة فى الخريف والصيف، وتنتقل الفيروسات بين الجنس البشرى من أى عمر أو جنس ولكن يسود ذلك فى الأطفال.

الأعراض: تختلف الأعراض باختلاف الحاله المرضيه الحادته ومن هذه الحالات المرضيه

إلتهاب السحايا Aseptic serous meningitis	أمراض الرئه (Borhalm disease) Pleurodynia	القوباء Herpangina	الطفح Boston (epidemic) exanthenia	إلتهاب عضلة القلب Aseptic myocarditis
توعك - صداع شديد غثيان آلام فى المعدة - يتبع ذلك تصلب عضلات الرقبه - وبعد يوم أو يومين يحدث قئ وترتفع الحرارة ٤٠°م	صداع - ألم فى الزور عند البلع وألم فى الصدر والعضلات والمعدة والأطراف وإرتفاع فى الحرارة ٣٨- ٤٠°م وتستمر الحمى ٢-٤ أيام	إرتفاع مفاجئ فى الحرارة ٤٠،٥°م وتستمر ١-٤ أيام، فقد الشهيه، ٢٥٪ من الحالات تصاب بالقئ وآلام البطن. ومعظم المرضى	حمى تستمر ٣-٤ أيام - قشعريرة - صداع شديد فى البالغين - وآلام فى البطن فى الأطفال	يحدث بين حديثى الولادة حتى سن ٣ سنوات ويتميز بإرتفاع معدل الوفيات ٧٠ - ٨٠٪

إلتهاب السحايا Aseptic serous meningitis	أمراض الرئة (Borhalm disease) Pleurodynia	القوباء Herpangina	الطفح Boston (epidemic) exanthenia	إلتهاب عضلة القلب Aseptic myocarditis
وتستمر الحمى لمدة ٥ أيام (٣ - ١٠ أيام) ثم نكسه للحمى كل ٤ - ٥ أيام ويستمر المرض ١ - ٣ أسابيع	وتحدث نكسه كل ٢ - ٣ أيام. وتزداد الآلام عند الحركة وتستمر ٢ - ١٥ يوم وفي ٥٠٪ من الحالات يتركز الآلم في البطن والأطراف وفي بعض الحالات يحدث تصلب في الرقبة والظهر	يشكون من صعوبة البلع وآلام الزور. وتغطي الزور بثرات في الجزء الأمامي من الحلق ويكون لونها أبيض رمادي محاطة بدوائر حمراء وفي النهاية يزداد شدة اللون الأحمر للدوائر وتستطيل البثرات وتتقح		

التشخيص المعملی: الحصول على الفيروس من البراز وغسيل أنف وبلعوم المرضى واللوز، والسائل الشوكي وحقنه في فئران رضع عمرها ٢ يوم وتتبع التغيرات الحادته في عضلاتها (شلل الأطراف والعنق) وفي المخ ويحدث الموت في بحر ٢٤ ساعة بعد التلقيح كما يجرى التشخيص بتفاعل التعادل neutralization reaction وإرتفاع رقم الأجسام المضادة في الناقهين rising titre of antibodies in convalescents مقارنة بالمرضى في المراحل الأولى من الإصابة.

الوقايه: عزل المرضى وإتخاذ الاحتياطات الصحيه.

٢ - أمراض ناتجه عن Polioviruses

مرض شلل الأطفال Poliomyelitis

الفيروس المسبب للمرض Causative Virus:

الفيروس المسبب للمرض يعرف بإسم فيروس شلل الأطفال الوبائي Epidemic poliomyelitis virus (Polioviruse) وهو من الفيروسات المعويه Entero viruses التي تسبب حالات وبائيه من أمراض الإسهال الصيفي في الأطفال ويسود حدوث المرض

فى الصيف والخريف (أغسطس - سبتمبر)، ولا تقتصر الإصابة على الأطفال فرغم أن ٨٠٪ من الإصابات تكون بين الأطفال من سن ٤ شهور: ٥ سنوات إلا أن ٢٠٪ من الإصابات تحدث بين الأطفال بعد سن الخامسة وكذا بين المراهقين وربما البالغين خاصة عند حدوث حالات وبائية. كما يصيب الفيروس كل من الإنسان والحيوان.

الخواص المورفولوجيه:

يتراوح فى حجمه ما بين ٨ : ٢٧ mu فى الصورة البلورية

الخواص المزريعه:

يتكاثر الفيروس على المزارع النسيجية Tissue cultures من كلى القروء حيث يظهر على هذه الأنسجة فى صورة أجسام كرويه حجمها بلون أزرق خفيف أو قرمزي عند صبغ الأنسجة بصبغة Romanowsky - giemsa.

كما يتكاثر على بيئة تحتوى على Toyrode's solution، مصل القروء وقطع صغيرة من مخ جنين صغار الدجاج عمر ١٠ - ١٢ يوم.

المقاومه:

يمكن للفيروس أن يعيش فى الماء المعقم لمدة تزيد عن ١٠٠ يوم على حرارة الغرفة، وفى اللبن ٩٠ يوم، وفى البراز لأكثر من ٦ أشهر وفى الصرف الصحى لعدة أشهر، ويقاوم محلول فينول ٠,٥ - ١٪ ويبقى حياً لمدة أسابيع على pH ٣,٨ - ٨,٥ إلا أنه حساس لمحاليل من Calcium chlorate lime والكلورامين، الفورمالين وفوق أكسيد الأيدروجين وبرمنجانات البوتاسيوم، كما يقضى عليه بالغليان بل يقضى عليه على ٥٠ - ٥٥ م إلا أن اللبن قد يوفر حماية للميكروب فيتحمل ٦٠ م لذا يقضى عليه بالبيطرة ويمكن للفيرس أن ينمو فى الجبن ويستمر لفترة طويلة ٥ - ٦ أسابيع فى جبن كوتاج، ٧ شهور فى جبن تشدر.

مصادر العدوى:

مرض معدى يصيب الخلايا العصبية فى النخاع الشوكى والمخيخ، وتحدث العدوى عن طريق الجهاز التنفسى بإستنشاق الرذاذ الملوث ويدور الفيرس فى الدم، كما ينتقل عن طريق الأغذية الملوثة مثل اللبن حيث ينقل الذباب الفيروس لهذه

الأغذية. ويعتبر اللبن الخام وكذا الملوّث بعد البسترة من أهم طرق تفشى المرض، كما ينتقل الفيروس من المريض وحامله عن طريق الأيدي القذرة، أدوات المريض، وملابسه الداخلية، ومفارش الأسرة، ويعتبر الذباب من أهم وسائل إنتقال الفيروس إذ يوجد فى براز المريض والناقلين لمدة ٢ - ٧ أسابيع وأحياناً ٤ شهور.

الحضانة: ٢ يوم: ٥ أسابيع.

الأعراض:

يوجد عادة ٣ مراحل عند الإصابة المرحلة الأولى وتسمى Abortive (غير مكتشفه) والثانيه تسمى Nonparalytic (غير شلل) والأخيرة هى الشلل Paralytic.

إذ تبدأ الأعراض بإضطراب فى الجهاز الهضمى ويبدأ ظهور الفيروس فى إفرازات الحلق بعد ٣٦ ساعة من العدوى وبعد ١-٣ يوم يبدأ المرض فى صورة إرتفاع مفاجئ فى الحرارة وأعراض برد خفيفه، آلام فى العضلات وصعوبه فى التنفس والبلع ومضاعفات فى الجهاز الهضمى (إنتفاخ المعده) والجهاز الدورى (إرتفاع ضغط الدم).

وبتقدم المرض فإن الفيروس يغزو المخ والحبل الشوكى Spinal cord ويحدث هدم للنظام المركزى العصبى مما ينشأ عنه شلل فى الأطراف والرقبه والجهاز البولى والحركه وضمور العضلات وشلل فى الجهاز التنفسى مما يؤدى إلى الوفاة.

العلاج:

لايوجد علاج محدد، ومنه الحقن المبكر بجاما جلوبيولين، نقل الدم، تعاطى فيتامين C, B₁₂ والأحماض الأمينية (اليوسين، حمض الجلوتاميك)، التجبير (عمل جبارة) من أول يوم لظهور الشلل لمنع التقلصات والتغيرات Deformaton (تشوهات). ثم إتباع التمرينات الرياضيه. كما يمكن إستخدام تنفس صناعى عندما يحدث إضطراب فى التنفس.

الوقاية والمقاومه:

١- إتخاذ الإشتراطات الصحيه بحزم لتجنب التلوث (بسترة اللبن - غلى الماء أو معاملته بالكلور).

٢- عدم السماح للأشخاص المصابين أو حاملى الفيروس بالتعامل مع الأغذية أو إختلاطهم بالأصحاء (عزل المرضى).

٣- التحصين Immunization بالحقن بجاما جلوبيولين أو مصل Immune serum أشخاص أصحاء وذلك للأطفال الذين يقل عمرهم عن ٧ سنوات.

٤- التطعيم Vaccination: المناسب للأطفال ويجرى التطعيم بلقاح يحضر من فيروس غير نشط معامل بالفورمالين أو من سلالات فيروس ضعيف Attenuated ويعطى فى العضل حقناً (فى الثلث العلوى من الذراع الأيسر) فى ٣ جرعات، كما يوجد لقاح يعرف بلقاح الحى Live vaccine ويحضر فى محلول يحتوى على نوع معين من فيروس الشلل ويعطى هذا اللقاح عن طريق الفم فى ٣ جرعات.

ب- أمراض ناتجة عن جنس Hepatovirus

إلتهاب الكبد الوبائى A Epidemic hepatitis Virus A

(اليرقانى Jaundice، إلهاب المرارة)

مقدمه:

يعرف بـ Infectious hepatitis تميزاً له عن Serum hepatitis والأخير يسببه نوع آخر من الفيروس هو Hepatitis B والذي يعرف بإلتهاب الكبد المصلى Serum hepatitis إذ يوجد فى دم المصابين والحاملين للمرض وينتقل عن طريق وخز الأنسجة عند عدم إتخاذ الحيطة لمنع العدوى أثناء نقل الدم وأثناء عمليات غسيل الكلى فى وحدات الغسيل ولم يثبت أنه ينتقل عن طريق اللبن وهو يتبع عائلة أخرى هى Hepadnaviridae.

ومرض إلهاب الكبد الوبائى HVA مرض معدى يصيب جميع الأعمار وهو شائع مثل شلل الأطفال يزيد إنتشاره فى الدول النامية من آسيا وإفريقيا ووسط وجنوب أوروبا حيث الإزدحام وعدم كفاية النظافة وحيث ينتشر الفقر والحرمان.

الفيروس المسبب للمرض causative virus:

الفيروس المسبب للمرض يعرف بإسم فيروس إلهاب الكبد A (Hepatitis Virus A) وكان لوقت قريب يصنف على أنه Enterovirus type 72 وحالياً فإنه يصنف كجنس

مستقل (Hepatovirus) بناء على وجود بعض الاختلافات بينه وبين الأنواع التابعة لجنس Enterovirus منها الثبات على ٦٠ °م وبعض الاختلاف في دورة الحياة.

الخواص المورفولوجية:

الفيروس دائري الشكل حجمه ١٢ - ٢٧ mu له القدرة على المرور خلال المرشحات المختلفة.

الخواص المزرعية:

ينمى على الأنسجة كما أمكن تنميته على بيئة متعادلة

Unfiltrated serum of cow + Iggles solution ٨٥ % / ١٥ % مصل جنين بقر

foetus

المقاومة:

شديد المقاومة يتحمل ٦٠ °م / ساعة لايقف نشاطه (يتحمل) تركيز منخفض من الكلورين، ويعيش لأكثر من عام في الجلسرين كما يتحمل التجفيف تحت تفريغ مع التبريد.

مصادر العدوى:

عن طريق الفم نتيجة تناول الأغذية الملوثة مثل اللبن ومنتجاته والمياه الملوثة والأيدى الملوثة ببراز (بقايا) المرضى ويعتبر المحار Shell fish من أهم عوامل إنتشار العدوى نظراً لأن المياه التي تنمو بها عادة ما تكون ملوثة بالصرف الصحي، وللمحار القدرة على جمع الفيروسات من الماء نتيجة خاصية Filter feeding activities (نشاطه الغذائي بالترشيح) كما أن المحار يحمى الفيروس أثناء التسخين كما أن المحار يؤكل غالباً في صورة خام (دون طهي) وهناك أغذية أخرى مثل السلطانات والسندوتشات وكذلك الوجبات الجاهزة، وتحدث العدوى بأن يصل الفيروس مع الغذاء الملوث إلى القناة الهضمية، وهناك يتكاثر ويتضاعف في الخلايا الطلائية للقناة الهضمية، ثم يفرز في الدم وينتقل معه إلى الكبد حيث يتكاثر في خلايا الكبد البرنشيمية (اللحائية Parenchymal) محدثاً التهاباً حاداً بالكبد مصحوباً بتحلل الخلايا، وإتلاف خاصية الكبد المضادة للتسمم Disintoxication function، ويفرز الفيروس في

العصارة الصفراويه ويخرج مع البراز بمعدل 10^{10} خلية / جم كما يصل إلى اللعاب ولكن بعدد أقل.

مدة الحضانه: ١٥ - ٥٠ يوم (٢٨ يوم فى المتوسط)

الأعراض:

تشمل حمى بسيطة Subfebrile وتعب وإجهاد وفقدان الشهيه وقئ وغثيان، وقد يحدث إسهال مع آلام فى الربع الأيمن العلوى من البطن مع قئ يعقب ذلك يرقان (صفراء)، وبول داكن اللون (لون الشاى) Bilirubinuria، ثم براز شاحب اللون pale، وإصفرار الأغشيه المخاطيه والجلد والعين، ويفرز الفيروس فى البراز لمدة أسبوعين تقريباً قبل ظهور اليرقان وتغير لون البول، ويصل أقصى عدد له قبل ظهور الأعراض مباشرة. وقد يحدث مضاعفات للمرض منها هبوط فى وظائف الكبد مع درجات متفاوتة من الضمور الحاد إلى التليف المزمن وهبوط فى عمل الكلى والطحال وهبوط فى وظائف المخ مع حدوث غيبوبه ونوبه مرضيه تؤدي إلى وفاة ٧٠ - ٩٠٪ من هذه الحالات المرضيه ومما يزيد من شدة المرض تعاطى الكحولات والتمرينات الرياضيه العنيفه.

التشخيص المعملى:

يحدث زيادة فى نشاط إنزيمات المصل Alanine and Aspartate (ALT, AST) amino Transferase وهذا مايميز إلتهاب الكبد الفيروسي عن غير الفيروسي ولكن لايفرق بين أنواع إلتهابات الكبد الفيروسيه الأخرى A, B, C, D, E.

الوقايه والمقاومه:

١- إهتمام الدوله بمعالجة الصرف والمياه وتجنب تلوث المياه والأغذيه بالبراز خاصة الأغذيه غير المطهيه، اللبن الخام ومنتجاته ويلاحظ أن المعامله الحراريه لدرجه $90^{\circ}\text{م} / 90\text{ث}$ ضروريه للقضاء على الفيروس.

٢- منع تلوث المجارى المائيه بمياه الصرف الصحى وعدم صيد الأسماك والأصداف من المناطق التى تصرف فيها المجارى.

- ٣- التحصين Passive immunization, Immunization ضد الفيروس عند الحروب أو نزوح الناس إلى مناطق موبوءة وذلك بالحقن (Immunoglobulin (γ Globulin) قبل الوصول لهذه الأماكن وتكرار ذلك كل ٤ - ٦ شهور مع تحصين الأشخاص (بمعدل ٠,٠٢ مل / كجم) في المؤسسات التي بها إختلاط مثل الكنائس والمدارس.
- ٤- التطعيم Vaccination: يحضر من فيرس معامل بالفورمالين (غير نشط) ونحصل على الفيروس من Human fibroblasts أو كلى القروء. ويعطى حقناً مرة كل شهر مع إعطاء أو عدم إعطاء مواد تزيد من المناعة Booster بعد ٦ شهور وقد أعطت هذه المعاملة مناعة ٩٩٪ تقريباً.

ج- أمراض ناتجة عن جنس Aphthovirus

فيروس الحمى القلاعية Foot and mouth disease virus

مقدمه:

بالرغم من أن هذا الفيروس مازال يصيب الحيوانات في دول الشرق وتركيا وإسرائيل وإفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبيه إلا أنه لا توجد تقارير تؤكد إصابة للإنسان في هذه الدول ويعلل ذلك إما أن الإنسان لم يعد يصاب بهذا المرض أو أن الحالات المرضيه في الإنسان لم تسجل أو أن الأبقار المصابه غالباً مايقف إفراز اللبن منها.

الخواص المورفولوجيه: فيروسات حجمها ٨ - ٣٢ .mu

الخواص المزرعيه:

أمكن تتميتها على بيئات جنين الكتاكتيت المزودة بالنسيج الطلائى للسان الأبقار Chick embryo cultures + bovine tongue epithelium tissue وكذا في نسيج مخ فئران عمرها ٧ - ١٠ أيام.

المقاومه:

يقاوم الفيروس وكذا أنواع الفيروسات المسببه للحمى القلاعية عمليات البسترة التقليديه ٧٢ °م / ١٥ ث أو ٦٢ °م / ٣٠د، كما يقاوم عمليات التصنيع لمنتجات مختلفه فقد وجد في المنتجات اللبنيه (جبين - زبد - شرش - سمن - لبن مبخر - كازين)

المصنعة من لبن ناتج من حيوان مصاب، ويمكن للفيروس أن يعيش فى إفرازات الحيوان لمدة شهرين تقريباً وبشعر الحيوان لمدة ٢ أسبوع، وفى لحم الحيوانات المصابه ٢ - ٣ يوم، ويثبط الفيروس بالمطهرات مثل الفورمالين والقلويات ويثبط كذلك بتعريض السائل المحتوى عليه لأشعة جاما ولكن تختلف الجرعة من الأشعة تبعاً للنوع السيولوجى فله ٣ أنواع C, A, O.

مصادر العدوى:

يصيب الفيروس بكثرة الماشيه، الماعز، الخنزير ويسبب تقرحات بالفم وعلى الضرع وحول وبين الحوافر ويصل الفيروس إلى اللبن نتيجة التلوث بإفرازات هذه القروح من الضرع المصاب مباشرة، ويفرز الحيوان المصاب كميات كبيرة من هذه الفيروسات فى اللبن خلال ١ - ٦ أيام قبل ظهور الأعراض المرضيه المميزه للمرض، وينتقل المرض إلى الإنسان عن طريق تناول لبن ملوث أو عن طريق ملامسة البثرات (تقرحات) بالحيوان وكذا عن طريق التعامل مع علف الحيوان والأشياء المستخدمه فى رعايته، ويدخل الفيروس جسم الإنسان عن طريق القناه الهضمية Alimentary tract وكذا الجلد والأغشيه المخاطيه ويسود المرض فى الأطفال الذين يشربون لبن خام (غير مغلى) ناتج من حيوان مصاب.

مدة الحضانه: ٢ - ٦ أيام

أعراض المرض:

حمى - ضعف - غثيان - صداع وآلام روماتيزميه، صعوبه فى البلع وجفاف الفم ويتبع ذلك بثرات بالشفاه وداخل الفم ولكن بدرجة أشد على اليدين والقدمين، وعادة يتم شفاء إلتهاب الجلد خلال ٥ - ١٠ أيام.

التشخيص:

بحقن خنزير غانا بالفيروس تحت الجلد فى بطن القدم Foot pad يلاحظ إرتفاع الحرارة فى خلال ١ - ٤ أيام بعد الحقن وظهور بثرات فى بطن القدم المصاب وفى الغشاء المخاطى المبطن للفم كما قد يجرى تفاعل Complement fixation reaction.

العلاج:

رغم حساسية الإنسان للإصابة بالفيروس وشدة العدوى إلا أن المرض ليس خطيراً ويمكن العلاج عن طريق إعطاء غذاء قليل ومعالجة القروح بمحلول نترات فضه ٤٪ مع شطف الفم بمحلول برمنجانات البوتاسيوم. ورغم وجود طعم Vaccine يحقن به الحيوان في جرعة واحدة في المزرعة المهددة بالمرض، فلم تبذل جهود كافية لتطعيم الإنسان ضد هذا المرض.

الوقاية:

العناية الصحية بالماشية وإعدام اللبن الناتج من الحيوانات المصابة وحماية الوجه واليدين للعمال القائمين برعاية الحيوان.

ثانياً: الأمراض الناتجة عن التلوث ببعض أفراد عائلة Flaviridae

مقدمه:

تتكون هذه العائلة من ٦٨ فيروس منها ٢٩ تسبب أمراضاً للإنسان ومن الأجناس التابعة لهذه العائلة جنس Flavivirus وهذا الجنس يتبعه عدة أنواع من الفيروسات تعرف بفيروسات التهاب المخ عن طريق القراد Tick - borne encephalitis viruses (TBE) ويعتبر مرض الإلتهاب السحائي من أهم الأمراض الناتجة عن العائلة.

مرض إلتهاب المخ (الإلتهاب السحائي) Encephalitis

الميكروب:

ينشأ هذا المرض عن عدة أنواع من الفيروسات تعرف في مجموعها بإسم فيروسات إلتهاب المخ عن طريق القراد وتشمل هذه المجموعه:

- 1- Central European encephalitis virus (CEEV)
- 2- Russian spring summer - encephalitis virus (RSSEV)
- 3- Powassan virus
- 4- Louping ñ ill virus

الخواص المورفولوجيه: حجمه ٢٠ - ٤٠ mu ويوجد ضمن نواة خلايا الدماغ.

الخواص المزرعيه: تنمو فى أغشية أجنة الكتاكيت (مزارع نسيجه) وفى جسم الفأر الأبيض وذلك بتلقيحه.

المقاومه:

تتلف هذه الفيروسات بإنزيمات الليباز ومذيبات الدهون والفورمالين والفينول والألدهيدات و H_2O_2 واليود والكلورين وأشعة uv، وأشعة جاما وبالمعاملة الحرارية $60^{\circ}C$ / ٢د، $72^{\circ}C$ / ١٠ ث. ولكن يمكن أن يبقى حياً على $4^{\circ}C$ لمدة إسبوعين فى اللبن ولمدة شهرين فى الزبد والقشدة ولمدة ٧٠ يوم فى ٥٠٪ جلسرين ولمدة ٣ أيام فى الأثير والأسيتون.

مصادر العدوى:

اللبن الخام ومنتجاته وينتقل الفيروس من الحيوان إلى الإنسان عن طريق عض القراد. ومن لبن البقر والماعز الملوث بالفيروس حيث يهاجم الفيروس الدم ومنه إلى الجهاز العصبى المركزى مسبباً مايسمى بمرض السحاء الدماغى المصحوب بالشلل meningoencephalo poliomyelitis.

مدة الحضانه وأعراض المرض

تختلف باختلاف نوع الفيروس كما فى الجدول (٣٤)

جدول (٣٤) مدة الحضانه لبعض الأمراض الفيروسيه

Powassan virus	Louping ñ ill virus	Russian spring summer - encephalitis virus (RSSEV)	Central European encephalitis virus (CEEV)
تظهر الأعراض بعد فترة حضانه ٨ أيام والأعراض تتمثل فى الحمى - الصداع - التهاب الحلق - الأرق - فقد الذاكرة - تشنجات - التهاب	يشبه CEEV إلا أنه أقل وطأً. فترة الحضانه ٤ - ٧ أيام تتمثل أعراض المرحلة الأولى فى أعراض تشبه أعراض الأنفلونزا تستمر لمدة	أشد وطأة من CEEV	تتكون العدوى فى مرحلتين تتمثل أعراض المرحلة الأولى فى الحمى - آلام فى العضلات والمفاصل وتستمر حوالى أسبوع ثم حالة إسترخاء لمدة

Powassan virus	Louping ñ ill virus	Russian spring summer - encephalitis virus (RSSEV)	Central European encephalitis virus (CEEV)
المخ مع قئ وبلادة وشلل نصفي بدرجات مختلفة وقد يكون دائماً	٢-١٢ يوم ثم فترة إسترخاء ٥-٦ أيام ثم حمى ثم المرحلة الثانية بالتهاب سحائي وتشنجات في المخ لمدة ٤-١٠ أيام ثم الشفاء بعد فترة قصيرة ولا تحدث وفاة		أسبوع: ٨ اسابيع ثم تبدأ المرحلة الثانية فجاء بأعراض التهاب سحائي أو التهاب شديد في المخ مع أورام وزغلله وإزدواج الرؤية والشلل وتحدث وفاة ١ - ٥٪ من الأصابات كما تحدث أعراض عصبية في ٢٠٪ من الحالات التي تم شفاؤها

الوقاية:

التشخيص المبكر - وضع المرضى في المستشفى - حماية الأشخاص من عض القراد - إبادة القراد - بستره اللبن - معاملة الحظائر بالمواد التي تقضي على القراد - التلقيح باللقاح vaccine المحضر من زراعة الفيروس في جنين الكتاكت أو المزارع النسيجية والمثبط بالمعامله بالفورمالين والحفظ بالتجفيد freeze dried تحت التفريغ.

التشخيص:

تؤدي الأصابه إلى زيادة الجليكوجين ويظهر الجليكوجين في صورة بلورات غير مميزة الشكل. وفي عمليات الأكسدة التي تتم في الخلايا تحدث زيادة في نشاط إنزيم Succino - dehydrogenase ويقل نشاط إنزيم Cytochrome - oxidase كما يجرى التشخيص بعزل الفيروس من الدم وإجراء إختبار التعادل على الفئران Neutralization test وتفاعل Complement fixation reaction.

ثالثاً: الأمراض الناتجة عن التلوث ببعض أفراد عائلة **Caliciveridae**

مرض قى الشتاء والناتج عن مجموعة الفيروسات الكرويه الصغيرة

Small round structured viruses (SRSV) winter vomiting disease

مقدمه:

تتبع هذه المجموعه من الفيروسات جنس Calivirus وهى تسبب الإلتهابات المعويه فى الأطفال والبالغين وتضم هذه المجموعه ستة أنواع سيروولوجيه جميعها متماثلة التركيب إلا انها تختلف فى خواصها الأنتيجينيه ويطلق على هذه الأنواع أسماء ترتبط بالأماكن التى حدث فيها المرض لأول مرة ومن هذه الأنواع:

مقاطعة مونتوجومرى Montogomery country virus، وفيروس جبل الثلج Snow mountain Virus, Narwalk Touton virus (وهى بلدة فى ولايه Ohio) ويعتبر Narwalk من أهم هذه الفيروسات.

الخواص المورفولوجيه: قطرها ٣٠ - ٣٥ nm ولها تركيب سطحى مميز.

الخواص المزريعه: لايتكاثر فى أى خليه مزرعيه Cell culture.

المقاومه:

يحتفظ بنشاطه المعدى بعد التعرض لـ pH ٢,٧ لمدة ٣ ساعات عند درجة حرارة الغرفه، كما يحتفظ بنشاطه حتى بعد المعامله بـ ٢٠٪ إثير لمدة ٢٤ ساعه على ٤ °م، وكذا بالتحضين على ٦٠ °م/٣٠ د، وكذلك المعامله بالكلورين ١ مجم / لتر ولكن يتلف بالمعامله بـ ١٠ مجم / لتر كلورين وهو مقاوم للحموضه.

مصادر العدوى:

التلوث المباشر بالبراز. الأصداف عند إستخدامها فى صورة نيئة او غير تامه الطهى وتنتشر العدوى بدرجة سريعة حيث أن الجرعة المعديه لهذه الفيروسات منخفضه (١٠ - ١٠٠ خليه / جم) كما أنها مقاومه للحموضه. ويلعب اللبن ومنتجاته دوراً ثانوياً فى نقل العدوى.

مدة الحضانه: ٢٤ - ٧٢ ساعه

الأعراض: حمى خفيفة - إلتهاب القناه الهضميه وإسهال وقئ - صداع وزغله وإلتهاب الحلق

التشخيص:

نظراً لعدم تكاثره فى الخلايا المزريعه Cell culture أو أى نظام معملى فالتشخيص يعتمد على النواحي السيروولوجيه.

العلاج: عادة ما تكون العدوى معتدله نسبياً ولا تحتاج الدخول إلى المستشفى حيث يتم الشفاء ذاتياً فى بحر ٢٤ - ٤٨ ساعة ومعدل الإصابة ١٥ - ٩٣ %.

الوقايه: الطهى الجيد للأغذيه الملوثة - الإهتمام بالنظافه الشخصيه - العناية بالصرف الصحى ومعالجة مياه الشرب.

الفصل العاشر

مرض جنون البقر

Bovine spongiform encephalopathy (BSE)

بجانب أنواع الفيروسات الممرضة للإنسان يوجد عامل يسبب مرض (الدماغ الإسفنجى Spongiform encephalopathy) أو مرض جنون البقر.

ففى عام ١٩٨٥ لوحظ حدوث حالات فردية لمرض عصبى بين الأبقار فى بعض المزارع البريطانية، وإرتفع عدد الحالات المصابة من ٣٠٠ رأس شهرياً إلى ٨٠٠ رأس شهرياً، وتؤكد المرض فى حوالى (١٥٠) ألف رأس بقرى وأعدمت جميع الحالات المرضية.

وفى نوفمبر ١٩٨٦ تم تشخيص هذا المرض معملياً، ووجد أنه يؤدى إلى تغيرات باثولوجية فى خلايا الدماغ (مثل التغيرات التى يسببها مرض سكرابى Scrapie العصبى الذى يصيب الأغنام والماعز، ومرض سكرابى هذا مرض منتشر فى بريطانيا، وقد إنتقل إلى كثير من دول العالم فى شمال أفريقيا وأسيا والهند وشمال وجنوب أمريكا نتيجة تصدير بريطانيا لأغنام مصابة بهذا المرض لتلك البلاد) وقد أطلق على هذا المرض الذى يصيب البقر إسم الإعتلال الدماغى الإسفنجى للأبقار BSE ويعرف بمرض جنون البقر.

وقد تم وصف مرض جنون البقر لأول مرة ١٩٨٧ من الأعراض الأكلينيكية والتغيرات المرضية فى الجهاز العصبى الذى يصبح على شكل إسفنجى مع وجود فراغات Vacuoles فى الخلايا العصبية عند فحصها باثولوجياً.

ورغم أن هذا المرض يصيب الحيوان وقد ينتقل إلى الإنسان نتيجة تناول لحوم الحيوانات المصابة بهذا المرض، إلا أنه لم يثبت إنتقاله عن طريق اللبن أو المنتجات اللبنية المصنعة من ألبان هذه الحيوانات المصابة. ونحن نشير إليه هنا لما دار حوله من ندوات فى الفترة الأخيرة.

سبب المرض:

جزئ بروتينى صغير غالباً لا يحتوى على حمض نووى، وهو شديد المقاومة لوسائل التعقيم الطبى المعروفه، إذ لايتأثر بمحلول فورمالين ١٠٪ ولا بالتعقيم الحرارى، ولابالأشعة فوق البنفسجيه، ولا بالإشعاع المتأين المستخدم فى التعقيم الطبى.

يتعذر تشخيصه بالإختبارات السيروولوجيه أو إختبارات الحساسيه. وقد أطلق على هذا الجزء البروتينى إسم بريون Prion. وهو ينتج من تحول بروتينات موجودة بصورة طبيعیه فى خلايا الحيوان تعرف بإسم PrPc (prion protein cells) إلى بروتينات غير طبيعیه معديه تعرف بإسم PrPsc (prion protein scrapie) يسمى تجاوزا بإسم Prion.

ميكانيكية حدوث المرض :

بروتين خلوى طبيعى يسمى PrPc يوجد مرتبطاً بأسطح الخلايا العصبية



التغذية على مخلفات حيوانيه

بروتين غير طبيعى مرضى (بروتين معدل من PrPc) يسمى PrPsc ويسمى تجاوزاً prion وهو عامل الأصابه



يتداخل عامل الأصابه prion مع المادة الوراثيه للعائل DNA لينتج العديد من نفس بروتين prion الذى يتراكم فى الجهاز العصبى المركزى خاصة المخ والمخيخ والانخاع المستطيل مسبباً آثاراً تدميريّه degenerative (وليست التهابيه inflammatory) للخلايا العصبية وتكوين فراغات سيتوبلازميه vacuoles وبذلك أصبح البريون يمثل نوعاً جديداً من مسببات الامراض المعديه يختلف عن البكتريا والفيروسات والجراثيم الاخرى

كيفية التفريق بين PrPc الطبيعى الموجود فى جميع خلايا الجسم والمخ وبين PrPsc المعدى لمرض جنون البقر

- ١- نأخذ قطعة من المخ المراد فحصه ولا يوضع عليه فورمالين.
- ٢- نغسلها بمنظف لتنظيفها من الدهون.
- ٣- نضع فى جهاز الطرد المركزى.
- ٤- نضع على الناتج إنزيم بروتينيز K فإذا لم يظهر أى رواسب يكون PrPc وإذا تكون راسب كان PrPsc.

طرق الإصابة بالمرض فى الحيوانات

عن طريق تناول مركبات أعلاف مصنوعة من لحوم وعظام ودم أغنام قد تكون مصابه بمرض سكرابى، وإستمرار التغذية مدداً طويلة، وبذلك تواجه الأبقار محاولة تغيير نظامها الفسيولوجى وتحويلها من أكلة عشب إلى أكلة لحوم. فقد وجد أن عملية تدوير المخلفات الناتجة من ذبح الحيوانات أو الناتجة من الحيوانات النافقة قبل أو بعد الولادة وإستخدامها فى تصنيع أعلاف مركزة على هيئة مسحوق لحم أو لحم وعظم هى السبب الرئيسى فى إصابة الأبقار بمرض جنون البقر BSE.

فترة الحضانة: طويلة تتراوح ما بين ٣ - ٥ سنوات

أعراض المرض فى البقر:

يفقد الحيوان السيطرة على الحركة، ويتخبط فى الحوائط، ويهاجم أى شئ أمامه، ويكون عند الحيوان حساسية للصوت واللمس، ويهز الحيوان رأسه فى حركة بندولية مستمرة، ولايستطيع حفظ توازنه، مع إرتجافات إهتزازيه قد تؤدى إلى الشلل، ويرقد الحيوان مع وجود مضاعفات دوريه وتنفسيه وتوتر عصبى، مع إخراج لسانه بحركة متكررة، ويصبح الحيوان هزياً لعدم إستطاعته تناول الغذاء. ونسبة النفوق فى الحيوانات المصابة والتي تظهر عليها أعراض المرض تصل إلى ١٠٠% فى فترة تتراوح من شهرين إلى عشرة أشهر.

التشخيص:

- ١- عن طريق الفحص الباثولوجى: وذلك بفحص مخ الحيوانات المصابة Histopathologically لرؤية الفراغات Vacuoles فى الخلايا العصبية والشكل الأسفنجى Sponge form وهى علامات مميزة لهذا المرض.
- ٢- عن طريق الفحص بالميكروسكوب الألكترونى: حيث تشاهد ألياف Fibrils فى الخلايا العصبية وغير موجودة فى الحالة الطبيعية.

العلاج: لا يوجد

علاقة مرض جنون البقر بالبشر

أعلن وزير الصحة الإنجليزى ستيفن دوريل فى ٢٠ مارس ١٩٩٦ أن هناك علاقة بين جنون الأبقار ونظيره فى الإنسان يطلق عليه (Creutz Feldt Jacob D (CJD مما يحتتمل معه إنتقال الأصابة للإنسان إذا تناول لحوم الأبقار المصابة بالمرض.

وقد سجلت حالات هذا المرض (مرض كروتزفيلدت جاكوب) قبل ١٩٨٥ وكانت هذه الحالات متصلة بتغير PrPc وظهرت هذه الحالات نتيجة إستخدام علاج دوائى إستخرج من إنسان مصاب بالمرض مثل دواء جوناودوتروفين آدمى H.G.H وهرمون الغدة النخامية الأدمية H.P.G.H من آدميين مصابين.

وتم تسجيل حالات قليلة عن طريق إجراء عمليات جراحية كجراحة العيون وجراحة الأعصاب، وإستعمال مواد عضويه من جثث مصابه بالمرض. ويحدث هذا المرض فى العقد الخامس أو السادس أو السابع من العمر بين المسنين وبنسبة حالة واحدة سنوياً فى المليون، وقد يظهر المرض فى صورة حالات فردية أو عائلية محددة.

أعراض المرض فى الإنسان

من أعراض مرض كروتزفيلدت جاكوب الإختلال العقلى Dementia مصحوبه بحركة إهتزازيه لأرادييه شديدة myoclonic jerking movement وعمى نتيجة إصابة القشرة المخيه، وفقدان الذاكرة وعدم القدرة على الكلام.

طرق الوقاية من مرض جنون البقر بمصر

هذا المرض غير موجود حالياً بمصر ولكن للحماية نقترح:

- ١- حظر إستيراد الحيوانات الحية واللحوم ومنتجاتها من الدول التي ظهر بها المرض في أوروبا مثل بريطانيا وفرنسا وسويسرا وأيرلندا وألمانيا والبرتغال.
- ٢- منع إستيراد المواد والأدوات التي تدخل فيها منتجات الأبقار من الدول السابق ذكرها (مثل خيوط الجراحة - أنواع الجيلي - الأيس كريم - المستحضرات الطبية واللقاحات والمزارع النسيجية - مستحضرات التجميل) حيث أن بعض هذه الصناعات تعتمد على منتجات حيوانية كالجيلاتين والكولاجين والأنسجة العصبية.
- ٣- تكثيف الرقابة على منافذ دخول الحيوانات الحية المستوردة وعدم دخولها إلا بعد فحصها من قبل الجهات المعنية.
- ٤- الحرص الشديد في إستخدام الأدوية الهرمونية الأدمية المستوردة مثل هرمون الجونادوتروفين وهرمون الغدة النخامية لإحتمال إستخراجها من آدميين مصابين بمرض كروتزفيلدت جاكوب، ويجب فحص هذه الأدوية بمعرفة وزارة الصحة للتأكد من خلوها من المرض وسلامتها.
- ٥- عدم إستخدام مركبات أعلاف من مسحوق اللحم والعظام والدم من البلاد الموبوءة ويفضل عدم إستخدامها بتاتاً.
- ٦- العودة إلى تغذية الحيوانات والدواجن والأسماك بالغذاء الطبيعي.
- ٧- عمل ندوات علمية للأطباء البشريين والبيطريين للتعرف بكل ما يدور حول وبائيات هذا المرض.
- ٨- عمل ندوات لمربي الأبقار المستوردة، وأصحاب المزارع الخاصة والعاملين فيها لمراقبة حيواناتهم والإبلاغ الفوري عند ظهور أعراض مرضية مشابهة لهذا المرض.

الفصل الحادى عشر

التلوث بالطفيليات

Parasitic contamination

توجد بعض الطفيليات وحيدة الخلية Protozoa تلعب دوراً فى إصابة الإنسان بالأمراض عن طريق الأغذية الملوثة. والطفيليات وحيدة الخلية لايمكن تكاثرها فى الأغذية، ولكن الطور المعدى للطفيل أو الحويصله Cyst يبقى معدياً فى الأغذية مدة طويلة وبجرعة معديه قليلة جداً ومن هذه الأمراض.

١- الإلتهاب المعدى المعوى الحاد Acute gastroenteritis

الطفيل المسبب : *Cryptosporidium parvum*

فترة الحضانه : ٣ - ٧ أيام

الأعراض:

فى الأفراد ذى المناعة تتمثل الأعراض فى الأسهال تختلف شدته من خفيف إلى قوى وتختلف مدته من أيام إلى أكثر من شهر. أما الأفراد الذين يعانون من نقص المناعة خاصة مرض الأيدز فيكون المرض مزمن ويهدد حياتهم وأعراضه تشبه أعراض الكوليرا حيث إسهال وفقد سوائل الجسم بكميات كبيرة ٣ - ٦ لتر براز يومياً أو أكثر.

مصادر العدوى:

يعتبر اللبن غير المعامل حرارياً والملوث بالبراز أو الماء الملوث مسئولاً عن إنتشار المرض.

٢- الدوسنتاريا الأميبية Amoebic dysentery

الطفيل المسبب: *Entamoeba histolytica*

والطور المعدى للطفيل يقاوم درجات الحرارة المنخفضة ويمكنه أن يعيش فى الأغذية مرتفعة الرطوبة مثل الألبان المتخمرة ١٥ يوم على ٧ °م، ولكنه يقتل بالجفاف على حرارة أعلى من ٥٥ °م، ويموت فى الأغذية المجمدة بعد ٢٤ ساعة على - ١٠ °م: - ١٥ °م.

مصادر العدوى:

عن طريق الفم حيث يفرز الطور المعدى مع البراز الذى يلوث الماء والخضروات والفاكهة واللبن ويغزو الغشاء المخاطى للأمعاء Intestinal amoebiasis كما يصيب أعضاء خارج الأمعاء Extraintestinal amoebiasis مثل الكبد والمخ ويسبب خراج.

الأعراض:

يتمثل فى

i - دوسنتاريا Dysentery تتميز بالبراز المخاطى المدمم والمغص المؤلم بالقولون.

ii - الإسهال Diarrhoea براز ذو طبيعة دموية. نادراً وجود حرارة أو أعراض جهازية.

٣- الإسهال الحاد أو المزمن فى الأطفال

Acute or chronic diarrhea in children

الطفيل المسبب: *Giardia lamblia* وهو يعيش فى الأثنى عشر والأمعاء الدقيقة للإنسان، ويمر الطور المعدى مع البراز ويلوث الماء مما يساعد على إنتشار الطفيل.

مصادر العدوى:

تحدث العدوى عن طريق الأفراد خاصة بين الأطفال عن طريق تناول أغذية ملوثة.

مدة الحضانه: ١ - ٣ أسابيع.

الأعراض: إسهال حاد أو مزمن، ويكون البراز مائياً مع ألم بالبطن وفقدان الشهية وإنتفاخ البطن.

الوقاية من الأمراض الطفيلية:

١- الحلاب والمتعامل مع اللبن ومنتجاته: الرعاية الصحية - توقيع الكشف الطبى الدورى - حمل شهادة صحيه تفيد خلوه من الأمراض - العناية بغسل الأيدى قبل الحلابه مباشرة - إرتداء ملابس نظيفة.

٢- الحيوان: الرقابه الصحيه على الحيوان - نظافة وإزالة الشعر الموجود على الضرع وغسله وتجفيفه وربط الذيل أثناء الحلابه - التخلص من الحيوانات المصابه بالذبح.

٣- البيئة: تطهير حظائر الحيوانات - التخلص من المواد الإخراجيه للحيوانات بطرق صحيحة - التخلص من القوارض والحشرات.

٤- اللبن: إستبعاد اللبن المصاب بالتهاب الضرع أو غير الطبيعى - منع تلوث اللبن بالمواد الملوثة - تبريد بعد الحلابه (٧,٥ °م) منع تناول اللبن الخام ومنع تلوثه بعد البسترة.

المناعة ضد الطفيليات

من المعروف أن الطفيل كائن حى يعيش على حساب كائن آخر يسمى العائل Host يستمد منه غذاءه ويسبب للعائل أضراراً بالغه. وتعتمد مقاومة العائل للطفيل على الجهاز المناعى للعائل والذى يقوم بإفراز الأجسام المضادة أو إلتهام الطور المعدى للطفيل، فعند دخول الطفيل جسم العائل فإن تركيب الطفيل الخارجى يحمل أجساماً غريبه Antigen تثير الجهاز المناعى للعائل فيفرز الجهاز المناعى أجساماً مضادة ضد الطفيل Antibodies، ولكن الطفيل قد يستطيع إتباع عدة وسائل دفاعيه لحماية نفسه من هذه الوسائل:

١- المراوغه: عن طريق

أ- تغير الطفيل لشكله الخارجى أو تركيبه الخارجى الذى يحمل الجسم الغريب antigen ويحدث لنفسه شكلاً أو تركيباً جديداً مما يسبب فشل الجهاز المناعى.

ب- إلتصاق الطفيل ببروتينات سائل الدم أى يتنكر فى شكل أحد مكونات الدم فيظن الجهاز المناعى أنه جزء من الدم فلايقاومه.

٢- الإختفاء: حيث يختبئ الطفيل فى أماكن تقل فيها الخلايا المناعية كان يوجد داخل خلايا العائل نفسه ولايوجد فى الدم إلا بصورة مؤقتة. وبذلك يختبئ من إفرازات الجهاز المناعى والتي يختصر عملها خارج خلايا الجسم (فى الدم) غالباً، كما أن خلية الجسم المصاب لاتحمل على تركيبها الخارجى المستضاد (الأنتجين) الخاص بالطفيل المختبئ بداخلها ولوحدث ذلك (إحتوت خلية الجسم المصاب على المستضاد على تركيبها الخارجى) فإن على جهاز المناعة قتل خلية الجسم ليتمكن من القضاء على الطفيل المختبئ.

٣- تدمير الجسم المضاد: حيث يفرز الطفيل أنواعاً من الإنزيمات القاطعة للبروتين (الجسم المضاد) فلا يستطيع أن يقوم الجسم المضاد بعمله.

٤- إحباط الجهاز المناعى: حيث يقوم الطفيل بإفراز مواد

أ- توقف نشاط البروتينات المكمله للجهاز المناعى والتي تقوم بدور فعال فى إعداد الأجسام المضادة وخلايا الدم البيضاء فى مقاومة الطفيل.

ب- تدفع الجهاز المناعى للعائل أن يزيد من إفراز الخلايا التائية المثبطة للجهاز المناعى وبذلك يجعل الطفيل الجهاز المناعى يوقف نفسه بنفسه.

٥- تعديل وظيفة الخلايا البيضاء: حيث يقوم الطفيل بتحويل وظيفة الخلية المناعية من خلية مقاومه إلى خلية محايدة (متفرجه) لاتقدم ولاتؤخر حيث تقوم بتبديل وظيفة خلايا الدم البيضاء وتغير من توزيعها بل وفاعلية سمومها.

٦- إستثارة الجهاز المناعى لإفراز أجسام مضادة غير متخصصة على الإطلاق.

٧- مهاجمة الخلايا الإلتهامية Macrophage والتكاثر بداخلها مكونة ما يعرف بالحويصلة الكاذبه وعند انفجارها تتحرر الطفيليات لعدوى خلايا أخرى.

الكشف عن طفيليات فى جسم الإنسان

يجرى ذلك بإختبار صبغ كرات الدم البيضاء بصبغة الإيوسين. والأساس فى ذلك أن عدداً قليلاً من الخلايا البيضاء فى الجسم السليم (لايزيد عن ٥% من مجموع الخلايا

الدمويه البيضاء) يحتوى سيتوبلازمها على حبيبات تصبغ بصبغة الإيوسين (وهى صبغة حمضية حمراء اللون)، وعند إصابة الإنسان بالطفيليات أو أمراض الحساسية تزيد نسبة هذه الخلايا القابلة للصبغ عن ٥٪ من مجموع الخلايا الدمويه البيضاء.

والكشف عن وجود طفيليات بجسم الإنسان تؤخذ عينة من دم الشخص ويضاف لها صبغة الإيوسين. وتفحص تحت الميكروسكوب ويقدر عدد الخلايا التى تأثرت بالصبغة وتلونت باللون الأحمر وتتسبب إلى العدد الكلى من الخلايا البيضاء فزيادتها عن ٥٪ من مجموع الخلايا البيضاء يعطى دلالة على إصابة الشخص ببعض الطفيليات شرط ألا يكون الإنسان مصاباً بأحد أمراض الحساسية.

الفصل الثانى عشر

الفساد الميكروبى للبن ومنتجاته (عيوب اللبن الميكروبيه) Microbial spoilage of milk and its products

مقدمة:

يتسبب عن النشاط الميكروبى باللبن ومنتجاته مجموعة من التغيرات الطبيعية والكيمائية والحسية، وذلك نتيجة تخمر مكون أو أكثر من مكونات اللبن. والتخميرات الحادثة قد تكون تخمرات طبيعية كتجبن اللبن بفعل بكتريا حمض اللاكتيك أو تخمرات غير طبيعية كتكون الغازات، اللزوجة، تحلل الدهن والبروتين وإعطاء خثرة حلو، وقد يكون التخمر مختلطاً مثال ذلك إنتاج الحمض والغاز متلازمين بفعل بكتريا القولون.

ولما كان اللبن يحتوى العديد من أجناس وأنواع البكتريا والميكروبات فإن التغيرات الحادثة لا تقتصر على فعل نوع أو جنس بمفرده ولكنها نتيجة ترابط وتداخل بين هذه الميكروبات أى على مدى العلاقة بين ما يحتويه اللبن من ميكروبات.

العلاقة أو الترابط بين الميكروبات باللبن

Association action of microbes in milk

توجد مجموعة من العلاقات بين الميكروبات الموجودة باللبن من أهمها:

١- علاقة التكافل Synergism

وفى هذه العلاقة يتعاون نوعان من الميكروبات لإحداث تغير معين ، هذا التغير لا يستطيع أى من النوعين أن يقوم به بمفرده ومثال ذلك:

أ- البادئ المختلط المستخدم فى صناعة الزبد والذى يتكون من *Leuconostoc spp*, *S. lactis* فميكروب *S. lactis* مسئول عن تخمر اللاكتوز وإنتاج حموضة والثانى *Leuconostoc spp* مسئول عن تحول السترات إلى مكونات النكهه ولاستطيع *Leuconostoc spp* تخمر السترات إلا بتوافر كمية من الحمض فى البيئة ومن ذلك نرى أنه لايمكن لأى من الميكروبين عند تميته بمفرده أن يكون مركبات النكهه فى الزبد.

ب- عيب القشدة والمعروف بإسم Yeast cream والذى يحدث بفعل الخمائر مثل *Candida sphaerica*, *Candida pseudotropicalis* لا يحدث إلا بعد تجبن اللبن ببكتريا *S. lactis* بعدها تنشط الخميرة لإنتاج الغاز وظهور عيب Yeast cream. ومن ذلك نرى أنه لايمكن لأى من الميكروبين أن يتسبب فى إظهار هذا العيب بمفرده.

ج- تغير أو فساد لون اللبن Production of blue discoloration والذى يحدث ببكتريا *Pseudomonas syncyanea* لا يحدث إلا فى وسط حمضى بفعل *S. lactis* مثلاً أى لايمكن لأى من الميكروبين إفساد لون اللبن بمفرده.

٢- علاقة التعاون Symbiosis metabiosis

فى هذه العلاقة يستفيد أحد الميكروبين من نمو (تمثيل) الآخر حيث تستخدم هذه النواتج كمادة غذائية للميكروب الآخر لإعطاء الناتج النهائى (أى Food chain) مثال ذلك:

أ- فى الجبن السويسرى تحول بكتريا حمض اللاكتيك اللاكتوز إلى حمض لاكتيك الذى يستخدم بدوره كطعام لبكتريا *Probionobacteria* لإنتاج حمض البروبيونيك (المسئول عن الطعم المميز لهذا الجبن).

ب- يمكن ملاحظة هذا التعاون كسلسلة غذائية وذلك عند ترك عينة من اللبن الخام على حرارة الغرفة فنجد تخمر بكتريا حمض اللاكتيك السبحيه مثل *S. lactis* سكر اللاكتوز لتعطى حمض اللاكتيك يجبن اللبن، ويقف نشاط هذه البكتريا عندما تصل الحموضة ١٪ حيث تنشط بكتريا حمض اللاكتيك العصويه مثل *Lactobacillus casei* لتحول المتبقى من سكر اللاكتوز إلى

حمض لاكتيك حتى حموضة ٢٪. وتحت هذه الظروف تنمو الفطريات على السطح مثل *Geotrichum candidum* وتؤكسد حمض اللاكتيك إلى CO_2 , H_2O ونظراً لإنخفاض الحموضة تنمو البكتريا المتجرثمة Spore formers المحللة للبروتين مثل *Bacillus spp* وتهدم الكازين كما قد تنمو بالتالي بعض البكتريا المحللة للدهن. ولذا من المتوقع نظرياً أن تكون حصيلة هذا التحلل: الماء ومواد غير عضوية مثل CO_2 , H_2S , NH_3 .

٣- التضاد : Antibiosis : Antagonism

حيث يؤدي نمو أحد الميكروبين تثبيط نمو الميكروب الآخر وذلك نتيجة إما تغيير ظروف البيئة كتغير رقم الـ pH فإنخفاض pH البيئة يثبط نمو الميكروبات المحللة للبروتين Spore formers، وقد يكون التضاد نتيجة تكوين مادة سامه من أحد الميكروبات الأخرى مثل تكوين مادة النايسين بواسطة بعض سلالات بكتريا *S. lactis* ومادة الريبوكوكسين بواسطة بكتريا *S. cremoris*.

كما قد يحدث عند محاولة تجديد البادئ في لبن معاد تركيبه Reconstituted من لبن مجفف ناتج من لبن عالي التلوث حيث لاينشط البادئ إذ أن التلوث الشديد للبن قبل تجفيفه قد يصحبه تكون مواد مثبطة لبكتريا البادئ لانتأثر بالحرارة.

٤- المنفعة من جهة واحدة Commensalism

ومن أمثلة ذلك العلاقة بين البكتريا الهوائية والكثريا اللاهوائية فعند وجودهما معاً في اللبن تنمو البكتريا الهوائية فتستهلك الأكسجين مما يوفر الظروف لنمو البكتريا اللاهوائية وهنا إستفادة الأخيرة (اللاهوائية) دون أن تفيد الأولى (الهوائية) بشئ.

أنواع الفساد الميكروبي للبن ومنتجاته (العيوب الميكروبية للبن ومنتجاته)

The various types of microbiological spoilage of milk and milk products

أولاً : الفساد الميكروبي للبن الخام

يتعرض اللبن الخام عند حلابته وبعدها إلى التلوث بالعديد من الميكروبات وذلك من مصادر مختلفة. ويتوقف مدى نشاط هذه الميكروبات باللبن على درجة الحرارة

التي يحفظ عليها هذا اللبن. فعند الحفظ على درجة حرارة الغرفة تنمو بكتريا حمض اللاكتيك *Lactic streptococci* والتي منها *S. lactis*، *S. cremoris* لتعطى تخمراً متجانساً أساسه حمض اللاكتيك وقليلاً من حمض الخليك وثانى أكسيد الكربون ومنتجات متطايرة، وفى نفس الوقت تنمو مجموعة أخرى من البكتريا التى تعطى تخمراً مختلطاً ومن أمثلة هذه البكتريا مجموعة *Escherichia*، *Enterobacter* مثل:

Escherichia coli، *Enterobacter aerogenes*

وبكتريا أخرى مثل *S. liquefaciens*، *B. coagulans* وتعطى هذه الميكروبات نتيجة نشاطها بعض حمض اللاكتيك وكميه كبيرة من المواد الطيارة (غازات) مثل CO_2 ، H_2 وكذا الكحول وأحماض الخليك والفورميك وغيرها. ونتيجة هذا النشاط البكتيرى وإنتاج الحموضة يتكون خثرة وطعم حمضى تختلف طبيعة كل منها باختلاف المجموعة البكتيرية، فهى خثرة ناعمة ذات طعم حمضى نظيف فى حالة التخمير المتجانس، أما فى حالة التخمير غير المتجانس فالخثرة المتكونه خثرة غازيه ذات طعم غير مرغوب وعند حموضة (٠,٨ - ١٪) يقف نشاط معظم البكتريا *Lactic streptococci* لتنشط مجموعة *Lactobacilli* لتكسب اللبن حموضة أعلى مع حدوث تشرش واضح (٢ - ٣٪ حموضة) ويشجع المستوى المرتفع من الحموضة نمو الفطريات والخمائر على السطح ومن أمثلتها الفطريات من أجناس: *Odium*، *Penicillum*، *Aspergillus*، *Mucor*.

ومن الخمائر *Torula lactis condensis*، *T. cremoris*، *T. spherica* وتستهلك الفطريات والخمائر الحمض المتكون وتخفض نسبته نتيجة أكسدته. وبإنخفاض الحموضة يصبح اللبن متعادلاً أو قلوياً ملائماً لنشاط البكتريا المحلله للبروتين *Peptonizing organisms* مثل بعض الأنواع التابعة لأجناس *Clostridium*، *Bacillus* وذلك بالإشتراك مع الفطريات والخمائر مما يؤدي إلى إعطاء لبناً سائلاً رائقاً ذو رائحة كريهه (عفن) وطعم مر غير صالح للإستهلاك الأدمى.

ونتناول فيما يلى أهم انواع الفساد والعيوب الميكروبيه باللبن والتي منها:

- | | | |
|-------------------------|------------------|-------------------|
| ١- التجبن الحمضى | ٢- إنتاج الغر | ٣- اللزوجه |
| ٤- التحلل البروتينى | ٥- التحلل الدهنى | ٦- القشدة المكسرة |
| ٧- النكهات غير المرغوبه | ٨- تغيرات اللون | |

١- التجبن الحمضى (إنتاج حمض اللاكتيك) Natural souring / curdling

تتراوح حموضة اللبن الطازج الطبيعية من ٠,١٤ - ٠,١٩ % مقدرة كحمض اللاكتيك ويظهر الطعم الحمضى اللبن عند حموضة ٠,٢٠ - ٠,٢٥ % ويتجبن اللبن عادة عند حموضة ٠,٥ - ٠,٦٥ %.

ويتجبن بالغلى Clot-on boiling عند حموضة ٠,٣٠ - ٠,٤٥ %.

الميكروبات المسببة Causative organisms

١- بكتريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria

أ- مجموعة Lactic streptococci: وتشمل هذه المجموعة *S. lactis*, *S. cremoris* وهذه تنتج حمض اللاكتيك على درجة حرارة الغرفة وتنشط عند حموضة ١ %.

ب- مجموعة Lactobacilli: وتشمل *L. casei* وتنتج حمض اللاكتيك على حرارة الغرفة ومنها أيضاً *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* وتنتج حمض اللاكتيك على حرارة ٤٠ °م وتستمر بكتريا اللاكتوباسلاى فى إنتاج حمض اللاكتيك حتى ٢ % حيث يقف نشاطها.

ج- مجموعة Leuconostocs: وتضم *Leuco. citrovorum*, *Leuco. dextranicum* وهذه المجموعة مسئولة عن إنتاج الطعم مع إنتاج حموضة قليلة.

٢- Other streptococci

أ- *S. thermophilus*: تنتج حمض اللاكتيك على حوالى ٤٥ °م ويمكن لها مقاومة البسترة.

ب- *S. liquefaciens*: ينتج حمض اللاكتيك على حوالى ٣٧ °م وتجبن اللبن بسرعة والذي يعقبه تحلل البروتين ونتيجة تحلل البروتين بعد تجبنه فهذا يؤدي إلى إنكماش الخثرة وإنفصال الشرش.

٣- Bacillus coagulans

جراثيم هوائيه منتجة لحمض اللاكتيك Lactic acid producing aerobic spore تختلف عن معظم بكتريا حمض اللاكتيك فهي تقاوم العمليات الحرارية المستخدمة فى الصناعات اللبنيه ويمكنها التكاثر وإنتاج حمض اللاكتيك على حرارة ٣٧ - ٥٥ °م.

٤- الكوليفورم Coliforms:

وهذه تتضمن *Enterobacter aerogenes, E. coli* وهذه تنتج كل من الحمض والغاز على ٣٧ °م والخثرة المتكونه ضعيفة منكمشه.

ويلاحظ أن الخثرة المتكونه بفعل *S. thermophilus, Lactic streptococci*، *Lactobacilli* خثرة ناعمة ذات طعم حمضى نظيف (لذا تستخدم هذه الميكروبات فى صناعة الألبان المتخمرة).

أما بكتريا *B. coagulans, S. liquefaciens* والكوليفورم فتعطى خثرة (تجبناً) مصحوباً بطعوم غير مرغوبة نتيجة إنطلاق مركبات طيارة من اللاكتوز وبروتينات اللبن. وعملياً وتحت الظروف الطبيعية فإن اللبن الخام يحتوى خليطاً من الميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك وعليه سوف يختلف نوع التجبن الحادث باختلاف الميكروب المسبب له.

مصدر الميكروبات المسببه للتجبن الحمضى

من مصادر تلوث اللبن فى المزرعة بهذه الميكروبات كل من الأوانى والأدوات والمعدات، العليقة - البراز والبيئة.

أهمية (خطورة) الحموضة / التخثر Significance of souring / curdling

تكون الحموضة والتجبن من أكثر أنواع الفساد الذى يحدث باللبن خاصة فى الظروف الحارة عند عدم حفظ اللبن بالتبريد. إذ أن ارتفاع حموضة اللبن يجعل اللبن غير مناسب لتصنيع اللبن السائل إلى منتجات لبنيه. وهذا السبب فى رفض اللبن الذى يعطى إختبار تجبن بالغلى موجب، كما أن ارتفاع حموضة اللبن قد يدفع بعض المنتجين إلى معادلة الحموضة بالصودا حتى لايرفض هذا اللبن، ولكن هذا عمل غير مرغوب من الناحية الصحيه.

وهنا يجب أن نشير إلى أن التحكم فى إنتاج الحموضة والتجبن بإضافة بكتريا حمض اللاكتيك له أهميته فى صناعة العديد من المنتجات اللبنيه المتخمرة.

الإحتياطات Control measures

يجب إنتاج اللبن تحت ظروف صحية لتقليل التلوث بالميكروبات المنتجة للحموضة مع تبريد اللبن بمجرد حلابته وتقليل فرصة تعرض اللبن لحرارة الجو العادى فى الفترة ما بين إنتاجه وحتى التصنيع مع العناية بنظافة وتعقيم الأوانى والمعدات المستخدمة فى الإنتاج والنقل. والإهتمام ببسترة اللبن بعد تبريده.

ملاحظات:

١- من علامات تكون الحموضة باللبن ظهور طعم حمضى ثم تخثره ليعطى مظهراً هلامياً متماسكاً أو غير متماسك مع ظهور الشرش.

٢- فى اللبن الذى يحفظ على درجة حرارة منخفضة (قريبة من التجمد) ينتج فيه حموضة قليلة ولكنه فى هذه الحالة يحتمل حدوث التحلل البروتينى بواسطة البكتريا المحبة لدرجات الحرارة المنخفضة.

٣- تقتل البسترة معظم البكتريا المنتجة للحمض ولكنها لا تقضى على بكتريا حمض اللاكتيك المقاومة للحرارة مثل *Enterococci* , *Lactobacilli* , *S. thermophilus* والتي بدورها تسبب التخمر اللاكتيكى إذا كانت درجة الحرارة عالية.

٢- إنتاج الغاز Gass production

تنتج بعض الكائنات الدقيقة فى المنتجات اللبنية السائلة كاللبن والقشدة غازات خاصة CO_2 وتسبب عيباً يطلق عليه Gassiness. وقد يكون تكون الغاز مصحوباً بإنتاج الحمض كما هو الحال فى القشدة المتخمرة Sour - cream أو اللبن الغنى بالدهن، وفى هذه الحالة تتكون رغوة على السطح العلوى للبن أو القشدة وذلك نتيجة خروج الغاز من الخثرة وتركيز الغاز على السطح ويطلق على هذا العيب Frothiness (تكون رغوة) وهذا العيب يكون نتيجة لنشاط البكتريا المنتجة للحمض ونشاط الخمائر فى إنتاج الغاز. وفى بعض الحالات يلاحظ ظهور فقاعات غازية ما بين الكازين المتخمر أو ظهور غاز بسرعة فائقة ويطلق على هذه الحالة (الإختمار العاصف) للبن أو القشدة وعادة ما تكون القشدة الغازية مصحوبة برائحة الخميرة وتسمى Yeast cream وفى المنتجات اللبنية المعلبة فإن إنتاج الغاز بها يسبب إنتفاخ العلب ويسمى العيب بإنتفاخ العلب Blowing of cans.

الميكروبات المسببة Causative organisms

i - الخمائر المخمرة للاكتوز Lactose fermenting yeasts

وغالباً لا تتواجد هذه الخمائر فى اللبن، وإذا ما وجدت تكون بإعداد قليلة لا يمكنها التعايش جيداً مع البكتيريا الأخرى. ولما كانت هذه الخمائر متحملة للحموضة acid tolerant لذا فيمكنها النمو تحت الظروف الحمضية فى القشدة المتخمرة. وأفضل حرارة لنمو هذه الخمائر ٣٧ °م أو أقل وتنتج CO₂ وكميات صغيرة من كحول الإيثانول.

ii - الكوليفورم Coliforms (Esherichia ñ Enterobacter group)

ومن أمثلتها *E. coli*, *Enterobacter aerogenes* وتعتبر هذه المجموعة من الميكروبات هى السبب الرئيسى فى تكوين الغازات فى درجة الحرارة الإعتيادية (١٠ - ٣٧ °م) نظراً لقدرتها على التعايش مع البكتيريا المنتجة للحموضة. وهذه المجموعة تخمر اللاكتوز فى اللبن والقشدة إلى غاز وحمض والغاز المتكون عبارة عن خليط من CO₂, H₂ غالباً ويتسرب الغاز عادة قبل حدوث تجبن للكازين (الذى يحتاج مدة أطول لحدوثه) لذا لا تتكون رغوة Frothiness عكس ما يحدث فى التخمر بفعل الخمائر yeast fermentation.

iii - البكتيريا اللاهوائية المتجرثمة Anaerobic sporeforming bacteria

ومنها أنواع تابعة لجنس *Clostridium spp* مثل

Cl. sporogenes, *Cl. pasteurianum*, *Cl. butyricum* وهذه المجموعة من البكتيريا قليلة باللبن الخام أو القشدة إذ لا يمكنها منافسة الميكروبات المنتجة للحمض ولكن تنمو جيداً إذا تم القضاء على هذه الميكروبات بالحرارة وكانت ظروف المنتج اللبنى ظروف لاهوائية كما هو الحال فى المنتجات اللبنية المعلبة مثل الجبن المطبوخ واللبن المكثف وتنمو لتعطى الغاز فقط.

مصدر الميكروبات المكونه للغازات Sources

تصل هذه الميكروبات إلى اللبن ومنتجاته من التربة والسماد والعليقة والمعدات وغالباً ما تكون الكوليفورم مصاحبة للتلوث بالبراز.

أهميتها في اللبن ومنتجاته Significance in dairy products

لتكون الغازات أهميتها في صناعة الجبن السويسري حيث يتم التحكم في إنتاجها لإعطاء القوام المرغوب بتكون العيون Eye fermentation ولا يعتبر تكون الغاز عيباً في جبن تشدر بفعل بكتريا Leuconostocs ولكن يعتبر عيباً تكون الغاز بفعل الكوليفورم لأنه يكون مصحوباً بطعوم غير مرغوبه وتكون هذه الطعوم في اللبن أو القشدة قد ينتقل إلى المنتج النهائي كالجبنة والزبد.

كما يؤدي تكون الغازات في المنتجات اللبنية المعلبة مثل الجبن المطبوخ يؤدي إلى الإنتفاخ المبكر أو المتأخر، ويرجع الإنتفاخ المبكر (يظهر خلال ٢ - ٣ شهور الأولى من التخزين) إلى بكتريا الكوليفورم التي يمكنها تحمل المتبقى من O_2 الموجود بالعلب، بينما الإنتفاخ المتأخر سببه بكتريا Clostridia وهي لاهوائية حتماً.

الوقاية والتحكم control measures

تجنب تلوث اللبن والقشدة، العناية بنظافة الحيوان بعد تناول العليقة وقبل الحلبه مع إزالة الروث أولاً بأول وتجنب سقوط القاذورات باللبن مع العناية بتنظيف الأواني، وتقليل فرصة تعرض اللبن لدرجة حرارة الجو العادي، ومعاملة اللبن حرارياً بدرجة كافية لقتل الميكروبات المكونه للغازات مثل الكوليفورم.

٣- اللزوجة (المخاطيه) Sliminess (Ropiness)

وهي من الحالات غير الطبيعية التي تحدث في اللبن أو القشدة وأحياناً في الشرش، وتعرف هذه الحالة عندما يسكب اللبن من الوعاء حيث يكون على شكل خيوط مختلفة الطول والحجم وقد يكون القوام في صورة كتل لزجة عجينية Doughy وأحياناً يكون التغير طفيفاً يصعب التمييز بينه وبين لزوجة القشدة مرتفعة الدهن.

وتعزى اللزوجة لعوامل ميكروبيه وأخرى غير ميكروبيه. وما يهمنا هنا هي اللزوجة الناتجة عن العوامل الميكروبية (اللزوجة البكتيرية).

البكتريا المكونه للزوجة: Causative organisms

فيما يلي المجموعة الرئيسيه للبكتريا المكونه للزوجة:

- ١- العصويات السالبة لجرام gram ñ negative rods: وهي لا تكون غازات وتكون فقط حموضة خفيفة ومن الأنواع المكونه للزوجة والتابعة لهذه المجموعه

Alcaligenes viscolactis, Achromobacter lacticum, Flavobacterium tremelloides

٢- coli ñ aerogenes group: رغم أنها تنتج غازاً إلا أنه بصورة غير واضحة في اللبن اللزج ومن الأنواع التابعة لهذه المجموعة

Enterobacter aerogenes, Enter. cloacae, Citrobacter freundii, Serratia marcescens

٣- البكتيريا المتجرثم الهوائيه Aerobic sporeformers بعض أنواع من جنس *Bacillus* مثل *B. subtilis, B. circulans*

٤- بكتيريا حمض اللاكتيك Lactic acid bacteria: مثل *S. lactis var. hollandicus* وهذه قد تكون لزوجة يمكن ملاحظتها قبل إنتاج كميات ملموسة من الحموضة، *L. bulgaricus* وهي تكون سلاسل طويلة من الخلايا في صورة خيوط، *L. casii* وهي تكون كبسولات. ويذكر البعض أن اللزوجة قد تنتج نتيجة التعاون بين ميكروبيين أحدهما عادة *S. lactis*.

٥- Micrococci: بعض البكتيريا التابعة لهذه المجموعة مثل *M. pituitopanis, M. freudenreichii, M. viscosus* من الممكن أن تسبب لزوجة، وبعضها يحلل اللبن ولكن تسبب لزوجة ملحوظة قبل تحلل الكازين:

وهناك نوعان رئيسيان من اللزوجة المتكونه بفعل البكتيريا في اللبن:

أ- لزوجة ظاهرة في الجزء العلوى من اللبن (لزوجة سطحيه): وهذه تنتج عموماً عن بكتيريا *Alcaligenes viscosus* والتي مصدرها الماء والتربه وتنمو جيداً في درجة حرارة ١٠ °م. كما تنتج عن بعض أنواع البكتيريا المكورة المتحملة للحرارة المرتفعة مثل *Micrococcus freudenreichii*.

ب- لزوجة منتشرة في اللبن بصورة متجانسه (في جميع أجزاء اللبن): وهذه تنتج عن بعض سلالات بكتيريا القولون مثل *Aerobacter aerogenes, A. cloacae* ونادراً ما يكون السبب جنس *Escherichia* كما أن هناك سلالات معينه من بكتيريا حمض اللاكتيك مثل *S. lactis var. hollandicus* تسبب لزوجة اللبن (لزوجة متجانسه) وتستهمل في صناعة اللبن الإسكندنافية المتخمر.

ميكانيكية تكون اللزوجة البكتيرية Mechanism of ropiness

من المواد المسؤولة عن تكون اللزوجة البكتيرية:

أ- الصمغ الحقيقيه true gums أو المواد المشابهه للصمغ gum like substances مثل السكريات العديدة polysaccharides

ومصدر هذه الصمغ هو تخمر اللاكتوز بكتريا *S. lactis var. hollandicus* وأنواع من *Streptococci*, *Leuconostoc*, *Lactobacilli*

ب-المواد المخاطية mucins: وهى مواد نيتروجينية (بروتينات) مرتبطة بأخرى كربوهيدراتيه تنتج بفعل البكتريا الببتونية peptonizing bacteria مثل

Micrococci, gram- negative bacteria aerobic spore formers,

ويذكر البعض أن بكتريا *A. viscosus*, *M. cremoriviscose* تكون اللزوجة فقط فى وجود الألبومين كما أن *A. viscosus* مسئولة عن إنتاج مواد كبسولية (حافضة) وهى عبارة عن سكريات عديدة. وغالباً لا تحدث اللزوجة البكتيرية باللبن إلا بعد مرور مالا يقل عن ٦ ساعات من الحلابه، ويساعد فى ذلك درجة الحرارة المنخفضة، كما أن البسترة الجيدة تمنع تكون اللزوجة البكتيرية.

مصدر الميكروبات المسببه للزوجة sources of caustive organisms

توجد هذه الميكروبات عادة فى الماء الراكد والمياه السطحية والأغذية (عليقة) والتربه والأوانى غير النظيفة.

ويبين الجدول التالى (٣٥) المجموعات الشائعة من البكتريا المكونه للزوجة ونسبتها من المصادر المختلفه.

جدول (٣٥) المجموعات الشائعة من البكتريا المكونه للزوجة ونسبتها من المصادر المختلفه.

% للسلاطات المكونه للزوجة من			المجموعة البكتيرية
النباتات (العليقة) vegetation	المزرعة والمياه	معدات اللبن	
٣٨,٠	٢٢,٢	٢٩,٩	gram ñ negative rods
٤١,٤	٦٦,٧	٥٧,١	coli ñ aerogenes group
٣,٤	صفر	صفر	Brevibacterium spp
١٠,٣	٤,٤	٦,٥	Micrococcus spp
٦,٩	٦,٧	٦,٥	Bacillus spp
١٠٠	١٠٠	١٠٠	المجموع

أهمية اللزوجة البكتيرية فى اللبن:

تؤثر اللزوجة البكتيرية فى اللبن والقشدة على قابلية المستهلك للمنتج. ورغم أنها تحدث فى اللبن والقشدة الخام إلا أنها قد تحدث أيضاً فى المنتجات المبسترة. ويرجع ذلك لتلوثها بعد البسترة من معدات المصنع خاصة تلك التى يصعب تعقيمها بدرجة مناسبة. وتلاحظ اللزوجة فى اللبن الخام والملوث بميكروبات اللزوجة خاصة عند حفظه على درجة حرارة منخفضة حوالى ١٠°م أو أقل (٣ - ٧°م). ويلاحظ أن البكتريا المسببة للزوجة اللبن لا توجد فى اللبن المحلوب تحت ظروف صحيه جيدة aseptically ولكن تأتى من التلوث الخارجى.

ورغم ما للزوجة البكتيرية من عيوب، إلا أنه تستخدم بعض البكتريا المكونه للزوجة وذلك فى صناعة بعض الألبان المتخمرة.

الوقاية والتحكم control measures

نظراً لأن البكتريا المسببه للزوجة باللبن مصدرها الماء وروث الحيوانات والأدوات وعلف الحيوانات، لذلك فإن منع تلوث اللبن بها يؤدي لعدم حدوث اللزوجة. كما تفيد البسترة الجيدة للبن فى قتل معظم البكتريا المسببه للزوجه.

٤- التحلل البروتينى proteolysis

هى عملية يحدث فيها تحلل معقد البروتين إلى مواد ذائبه فى الماء بفعل الميكروبات وإنزيماتها

بروتينات ← بروتيازات ← بيتونات ← بيتيدات عديدة
← بيتيدات ← أحماض أمينية

وقد تكسب بعض هذه النواتج اللبن رائحة العفن والطعم المر نتيجة إنتاج بعض البيبتيدات.

ومن أنواع التحلل البروتينى:

١- التحلل البروتينى البطئ: ويتم ذلك بواسطة الإنزيمات الداخلية للبكتريا بعد تحللها، وليس لهذا النوع من التحلل أهمية فى فساد اللبن فى الظروف العادية ولكن تبدو أهميته عند طول مدة حفظ اللبن. ولهذا النوع من التحلل أهمية فى تسوية الجبن.

٢- التحلل البروتيني الحمضي: وفيه يحدث إنتاج الحمض مع التحلل البروتيني في وقت واحد ويحدث هذا النوع من التحلل ببكتريا حمض اللاكتيك المحللة للبروتين، والتي منها بعض أنواع البكتريا المكورة والسبحية وبعض من البكتريا المعوية مثل بعض أنواع من أجناس *Streptococci* , *Enterococci*. وعادة لا تقضي البسترة على جراثيم هذه الأنواع. ويؤدي هذا النوع من التحلل إلى تخثر اللبن وإنكماش الخثرة المنفصلة، وخروج كمية من الشرش يتبعه هضم الخثرة وتحللها وإنفصالها على هيئة رقائق غير مرئية في كمية كبيرة من الشرش، وقد تذوب الخثرة كلية.

٣- التحلل البروتيني مع قليل من الحموضة (التخثر الحلو) *sweet curdling*.

ويحدث عادة بفعل البكتريا غير المحللة للاكتوز. وهو شائع في اللبن المعامل حرارياً وكذا القشدة (بسترة وتعقيم) لإبادة الميكروبات المنتجة للحموضه وسيادة الميكروبات المقاومة للحرارة والمسببة للتجبن الحلو، وقد يحدث أحياناً في اللبن الخام المحفوظ على درجة حرارة منخفضة، وفي الحالات الشديدة يصبح اللبن في الوعاء كتلة واحدة كما لو كان محمضاً رغم عدم تكون حموضة (لذا يسمى تجبناً حلواً) ويظهر هذا التجبن في طبقة القشدة في قمة اللبن في المراحل الأولى، إذ أن معظم الميكروبات المكونه له تتطلب الهواء لنموها، كما ترسب طبقة رقيقه من الخثرة في قاع الإناء إلا أنها قليلة قد لا يلاحظها المستهلك.

ويرجع العيب لإنتاج إنزيم خارجي يشبه الرنين بفعل البكتريا خاصة البكتريا المتجرثمه الهوائية، يتسبب هذا الأنزيم في ترسيب الكازين في صورة قطع صغيرة من الخثرة، ويزداد نشاط هذا الأنزيم في الحرارة العالية فقد تتجبن القشدة أحياناً أثناء بسترتها رغم أن حموضتها طبيعية، وقد تتكون حموضة بالعينة إذا حفظت الخثرة لمدة طويلة بعد ظهور العيب (التجبن الحلو). وغالباً ما يصاحب التجبن الحلو طعماً مرّاً كما ينطلق حمض السياليك مع التجبن وتكون pH الخثرة الحلوة ٦,٢ - ٦,٦ وعند إستخدام هذا اللبن أو القشدة مع المشروبات الساخنة مثل القهوة أو الشاي تتكون قطع متجبنه تشبه الريش ويطلق علي الظاهرة ظاهرة التريش *feathering*.

الميكروبات المسؤولة عن التجبن الحلو

i - الميكروبات الهوائية المكونه للجراثيم: Aerobic spore forming organisms

ومن أمثلتها *Bacillus cereus*, *B. mycoides*, *B. subtilis* وهى مقاومة للحرارة وتسبب التجبن الحلو فى اللبن المبستر والقشدة المحفوظين على حرارة عالية، *B. allolactis* وهى محبة للحرارة وتسبب التجبن الحلو فى اللبن السابق غليه. فعند إبادة الميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك بفعل المعاملات الحرارية تهاجم هذه البكتريا (*Bacillus*) البروتين بواسطة إنزيم يشبه الرنين مما يؤدى إلى تجبنه، وتتميز الخثرة بالطراوة وسهولة التحلل ويكون لون الشرش اصفر يميل للقلويه.

ii - الميكروبات الهوائية غير المكونه للجراثيم Aerobic non spore forming organisms:

وتضم بعض أنواع من أجناس *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Proteus*, *Serratia* وهى ميكروبات محبة للبرودة Psychrotrophic، تنمو على حرارة الثلاجة (٤ - ٧ °م) حيث لاتستطيع الميكروبات المنتجة للحموضة أن تنمو على هذه الدرجة، ولبعض هذه الميكروبات القدرة على إنتاج إنزيمات proteases مقاومة للحرارة تعمل على تجبن لبن UHT خاصة عند حفظه على حرارة منخفضة.

iii - الكرويات coccus formes:

وهى تضم أنواعاً مقاومة للحرارة مثل *Str. Faecalis var. liquefaciens* وتعتبر هذه البكتريا من مسببات الرئيسيه للتجبن الحلو. ففى البداية يتخثر اللبن بواسطة الإنزيم المشابه للمنفحة وبعد ذلك ينتج الحمض متأخراً ويتحلل الكازين. وقد وجد أن هذا الميكروب يسبب التجبن الحلو والطعم المر فى اللبن الخام والمبستر الذى يحفظ على درجة حرارة منخفضة.

iv - الفطر والخمائر: لها تأثير طفيف ويطئ فى تحلل البروتين.

ملحوظة:

الميكروبات غير الهوائية المكونه للجراثيم Anaerobic spore forming organisms مثل *Clostridium* تحلل البروتين تحت ظروف لاهوائية، وتنتج مركبات ذات

رائحة كريهة مثل SO_2 والمركبتان mercaptans والأندول والأحماض الدهنية والأمينات. حيث تنمو هذه الميكروبات عندما تباد الميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك نتيجة للظروف اللاهوائية.

ومن العوامل المؤثرة على التجبن الحلو: Factors affecting sweet curdling

i - الحرارة العالية High temperature: يحدث هذا العيب في لبن الصيف بدرجة أكبر من لبن الشتاء لإحتواء الأول على كمية أكبر من الجراثيم والتي تثبت على الحرارة العالية. فقد لوحظ أن *B. mycoides* تنمو أسرع وتنتج كمية أكبر من الأنزيم المشابه للرنين في الحرارة المرتفعة كما أن نشاط الإنزيم المشابه للرنين يزداد بارتفاع الحرارة.

ii - عمر اللبن Age of milk: يظهر العيب بعد أكثر من ٢٤ ساعة بحفظه على الحرارة العادية وبعد ٣٦ - ٤٨ ساعة بحفظه على ٧٠° ف (حوالي ٢٠° م).

iii - البسترة Pasteurization: لوحظ أن اللبن المبستر أكثر عرضة للتجبن الحلو من اللبن الخام، ويفسر ذلك بأن البسترة تقضى على الأنواع الحساسة للحرارة وبذا تسود البكتريا المقاومة للحرارة والأخيرة معظمها محلل للبروتين وتسبب التجبن الحلو، وقد تسبب روائح غير مرغوبة taint لذلك فإن التجبن الحلو لا يمكن تقليله بالبسترة كالعيوب الأخرى بل بالعكس فإن التسخين يزيد من فرصة حدوثه.

التحكم في التجبن الحلو control / preventive measures

يجب إتباع التالى لمنع أو الحد من عيب التجبن الحلو:

i - تجنب التلوث: وذلك عن طريق عدم توزيع العليقة أو تغيير الفرشة قبل حلبه مباشرة. مع العناية بتنظيف وتعقيم الأدوات والمعدات.

ii - التحكم الحرارى Temperature control: بتبريد اللبن بالمزرعة بمجرد حلبته وحفظه بارداً لتقليل العيب، ولكن قد تسمح هذه الخطوة بنمو البكتريا المحبة للبرودة. وفي عملية البسترة قد يفضل خفض حرارة البسترة قليلاً لتسمح للأنواع المكونه للحموضة للنمو مما يثبط البكتريا المكونه للخرثرة الحلوة.

iii - إضافة ميكروبات مثبطة Addition of inhibitory organisms: لنشاط الميكروبات المسببه للتجبن الحلو ومن هذه الميكروبات البكتريا المكونه للحموضة Lactic streptococci فإنها تثبط نمو *B. mycoides*.

٥- التحلل الدهنى Lipolysis (التغيرات فى دهن اللبن)

يتعرض دهن اللبن لعدد من التغيرات ينتج عنها أحياناً طعوم غير مرغوبه خاصة فى المنتجات اللبنية الغنيه بالدهن (قشدة - زبدة) مما يقلل من القيمة التسويقية لهذه المنتجات. وتشمل التغيرات التى تحدث فى دهن اللبن:

١- تحلل مائى لدهن اللبن lipolysis وذلك بفعل إنزيمات الليباز وينتج عن هذا التحلل أحماض دهنية بعضها قصير السلسلة مثل البيوتريك والكابرويك وهى مسئولة عن الطعم غير المرغوب والمعروف بالتزنخ rancidity.

٢- أكسدة ذاتية auto oxidation.

٣- تزنخ كيتونى ketonic (بفعل بعض الفطريات) نتيجة أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة. ينتج عنه ألدهيدات وكيونات تعطى المنتجات اللبنية خاصة الدهنية نكهه زنخة، ومما يساعد حدوث هذه الأكسدة تعرض اللبن ومنتجاته للمعادن وضوء الشمس ووجود الميكروبات المؤكسدة.

أسباب التحلل الدهنى Causes of lipolysis

تحدث التغيرات فى دهن اللبن نتيجة لعوامل متعددة منها عوامل ميكانيكية وطبيعية وأخرى ميكروبيه وإنزيميه وتعتبر العوامل الميكروبيه والأنزيميه أكثر أهمية ومنها:

١- إنزيم الليباز باللبن ومنتجاته: Intrinsic lipase ورغم وجود هذا الأنزيم بكميات كافية لإحداث تزنخ اللبن إلا أن وجود الأغشية حول حبيبات الدهن تحمى الجلسريدات الثلاثية من هذا الإنزيم، كما قد يقل نشاط هذا الإنزيم نتيجة إرتباطه أو تجمعه مع ميسيلات الكازين بجانب احتمال وجود مواد مثبطة لنشاطه. كل هذه العوامل تقلل من فرصة حدوث أو عدم حدوث التحلل المائى لدهن اللبن فى الألبان الطبيعية.

٢- الميكروبات المحاللة للدهن وإنزيماتها Lipolytic microorganisms or their enzymes: حيث تنتج البكتريا المحبة للبرودة بعض إنزيمات الليباز المقاومة للحرارة فى اللبن أو القشدة المحفوظة على درجة حرارة منخفضة. وهذه

الإنزيمات تقاوم حرارة البسترة HTST وكذا التعقيم UHT وتسبب تحلل دهن اللبن في المنتجات المعاملة بالحرارة، والمحافظة على درجة حرارة منخفضة. كما أن لهذه البكتيريا القدرة على إنتاج Phospholipases ولهذه الأنزيمات دور فعال في حدوث التزنخ إذ تتلف الفوسفوليبيدات مما يعرض الجلسريدات الثلاثية لفعل إنزيمات الليباز.

ومن الميكروبات المحللة للدهن :

أ- البكتيريا المحبة للبرودة Psychrotrophs مثل

Pseudomonas spp : مثل *Ps. fluorescens* , *Ps. fragi*

Achromobacter spp : مثل *A. lipolyticum*

Alcaligenes spp : مثل *A. viscolactis*

Acinobacter spp , *Flavobacterium spp* , *Serratia macrescens*

ب- أنواع أخرى من البكتيريا مثل:

Staphylococcus aureus, *Clostridium perfringens*, *Mycoplasma spp*,
Micrococcus freudenreichii, *Bacillus spp*.

ج- فطريات ومنها:

Oduim lactis, *Geotricum candidum*, *Penicillium spp*, *Aspergillus spp*

د- خمائر ومنها *Candida spp* مثل *C. pseudotropicalis* , *C. lipolytica* ,

وبصفة عامة فإن تحلل الدهن مائياً Lipolysis يكون مرتبطاً بنمو الميكروبات المنتجة لإنزيم الليباز كما أن هذا التحلل يكون شائعاً في اللبن ومنتجاته المحفوظة على حرارة ١٠ °م أو أكثر ويمكن حدوثه على درجات حرارة مختلفة.

التحلل المائي للدهن في المنتجات اللبنية المختلفة

Lipolysis in different dairy products

١- التحلل المائي للدهن في اللبن والقشدة: بحفظ اللبن أو القشدة على حرارة أعلى من صفر °م ولمدة حوالى ٢٤ ساعة فإن ذلك يشجع نمو البكتيريا المحبة للبرودة ومعظمها محلل للدهن. كما أن بكتيريا *Micrococci*, *Staphylococci* والتي

مصدرها حلمات الضرع والمعدات تكون سائدة فى اللبن والقشدة، وتتكاثر هذه الميكروبات فى المنتجات غير المعاملة حرارياً. وقد عزلت بعض البكتريا المحبة للبرودة والمحللة للدهن من اللبن المبستر ولذا فإن هذه البكتريا تسهم فى تحلل الدهن فى المنتجات اللبنية حتى ولو صنعت من ألبان مبسترة.

٢- الزبد: يعتبر الفطر والخميرة وأنزيماتها العامل الرئيسى فى فساد الزبد. ويتوقف هذا الفساد ونوعه على عاملين هما الـ pH ونسبة الملح بالزبد. فعند pH منخفضة (٤,٧٥) وملح مرتفع (٢٪) فإن هذه الظروف تثبط تحلل الدهن lipolysis ونمو الميكروبات ولكنها ظروف مشجعة للأكسدة الذاتية، وبالعكس فإن pH ٦,٦ وعدم إضافة الملح ظروف محببة لتحلل الدهن lipolysis ولكن غير ملائمة للأكسدة الذاتية.

٣- الجبن: يبقى نشاط الليباز فى الجبن المصنعة من لبن خام وذلك لتلوثه ببعض البكتريا مثل *Pseudomonas fragi* والتي تكون مسئولة عن الطعم الزنخ بعد اشهر قليلة من تخزين الجبن. وفى بعض أنواع الجبن يكون لتحلل دهن اللبن تأثير غير مرغوب فى طعم الجبن، فتحلل مكونات الجبن (خاصة الدهن) ضرورى لأظهار الطعم فى الجبن المسواة بالفطر، ولا يرجع ذلك فقط للنشاط الليبوليتكى للفطريات ولكن لتمثيل الأحماض الدهنية خاصة أكسدتها إلى كيتونات المثيل وهى إحدى مركبات الطعم فى هذه الجبن بجانب اللدهيدات.

الإحتياطات control measures

تبريد اللبن (٣٨ °ف) بمجرد وصوله للمصنع، والأسراع بتصنيعه قبل وصول الميكروبات إلى مرحلة loge phase والعناية بنظافة الإنتاج لتجنب التلوث بالميكروبات المنتجة لليباز، والتقييم الحسى بإشخاص مدربين اللبن والقشدة قبل أستخدامها فى المنتجات اللبنية.

٦- القشدة المكسرة Bitty or broken cream

يتميز هذا العيب بتكسير طبقة القشدة إلى جزيئات منفصلة (قشور flakes) ولا تعود إلى حالة الإستحلاب، أى يصعب مزجها مرة أخرى بهز اللبن. ويظهر ذلك

العيب عند مزج اللبن وكذلك عند إضافته إلى المشروبات الساخنة مثل القهوة أو الشاي، حيث تطفو تلك الجزيئات على السطح مما يجعله غير مقبول لكثير من المستهلكين. ويحدث هذا العيب (تكون القشور) قبل التغير في الطعم أو التغير الحادث في ثبات اللبن حرارياً. وهناك نوعان من هذه الجزيئات المنفصلة (القشور)

الأول ميكانيكى (طبيعى): حيث تكون هذه الجزيئات المنفصلة على هيئة سداة من القشدة cream plug نتيجة تمزق جزئى لأغشية حبيبات الدهن وتجمع الحبيبات مع بعضها.

والثانى بكتيرى: حيث يرجع جزئياً لفعل إنزيم الليثسينيز leichthase الذى تفرزه بكتريا تابعة لجنس *Bacillus spp* مثل *B. mycoides*, *B. cereus* والذى يهاجم الفوسفوليبيدات الخاصة بغشاء حبيبات الدهن، كما يرجع هذا العيب جزئياً إلى الكازين المتجبن والمرتبط بالغشاء.

وتختلف طبيعة الجزيئات المنفصلة (القشور) بكتيرياً عن تلك المنفصلة ميكانيكياً فالأولى (بكتريا) لا تتغير بالتسخين على ١٠٠ م° بينما الثانية (ميكانيكياً) تتغير بالتسخين على ٤٠ - ٤٥ م°. وتتكون الجزيئات المنفصلة بكتيرياً نتيجة تلوث اللبن بالبكتريا حيث تتجمع فى طبقة القشدة فى صورة مستعمرات microcolonies تتكون حولها جزيئات القشدة فى صورة منفصلة بفعل إنزيم الليثسينيز الذى تفرزه هذه البكتريا. وهناك علاقة بين عدد جراثيم البكتريا والجزيئات المنفصلة المتكونه (القشور).

ويحدث هذا العيب (القشدة المكسرة) فى اللبن الخام أو المبستر نتيجة عدم جودة التبريد وكذا لطول مدة التخزين. ورغم أن عملية UHT تقضى على الغالبية العظمى من جراثيم *Bacillus spp* إلا أن العدد القليل المتبقى من هذه الجراثيم يمكنه أن ينمو فى اللبن المخزن على ٣٥ م° مما يؤدى لفساد اللبن. ويتوقف ذلك على كثافة التلوث فى اللبن الخام المستخدم. وقد يحدث التلوث فى اللبن UHT بعد المعاملة الحرارية نتيجة خطأ فى التعبئة أو عدم جودة تعقيم العبوات بالـ H_2O_2 .

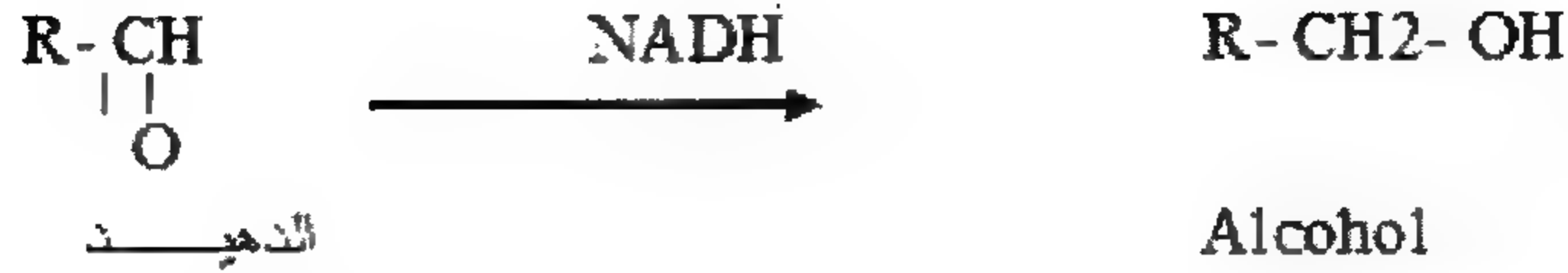
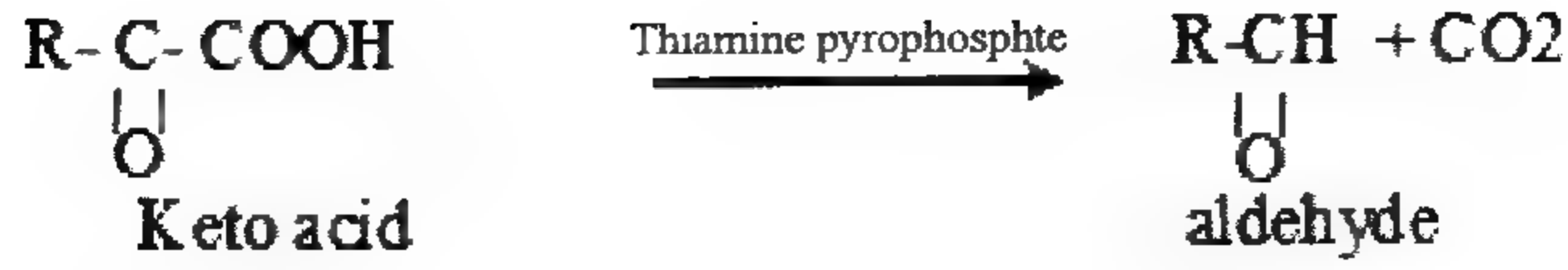
ولما كانت جراثيم *Bacillus spp* توجد بكثرة فى التراب لذا يجب إنتاج وتصنيع اللبن فى جو خال من التراب وإستخدام مرشحات الهواء وإبعاد أماكن الحلابه عن

يتميز اللبن الطازج بنكهه جيدة فهو ذو طعم حلو خفيف ورائحة مميزة وقد تقل هذه النكهه أو تختفى بالتبريد أو بعد بضع ساعات من الحلابه. وقد تكون نكهة اللبن غير اعتيادية بسبب فردية الحيوان أو العليقة أو الإصابة بمرض إلتهاب الضرع. أما النكهات التى تتكون بعد الحلابه فيجوز ان تكون ميكروبيه أو غير ميكروبيه. والأخيرة مصدرها النكهات الممتصة أو نتيجة تعرض اللبن للضوء أو ملامسته للمعادن، أو نتيجة التزنخ بإنزيمات ليبيز اللبن أو أكسدة الدهن ذاتياً. أما النكهات التى تسببها المبكروبات فمنها:

الميكروبات المسئولة: *L. maltaromicus* , *Str. lactis var. maltigenes* ومصدرها روث الحيوان والمياه في خزانات التبريد والأواني غير النظيفة، ويذكر البعض وجود هذه البكتيريا في اللبن قبل خروجه من الضرع.

والمواد المسؤولة عن هذه النكهة عبارة عن مجموعة من الأدهيدات والكيتونات والكحولات، وتنشأ نتيجة فعل البكتريا على بعض الأحماض الأمينية في وجود α ketoglutaric acid وبفعل بعض الإنزيمات الناقلة ثم نزع CO_2 مما يؤدي لتكوين أحماض كيتونية وأدهيدات كما تتكون الكحولات نتيجة اختزال الأدهيدات





ويقال أن طعم المالت يتكون أساساً من 3-methyl butanol والناتج من الحمض الأمينى ليوسين.

ويمكن تجنب هذا العيب بالمعاملة الحرارية (بسترة) والرقابة الصارمة على المصنع والعاملين والمعاملة بمحاليل الكلورين لأيدى الحلابين وكذا ضرع ومؤخرة الحيوان والمعدات. ويلاحظ ان النواتج المتطايرة بفعل هذه الميكروبات لايمكن التخلص منها بالتبريد أو بالمعاملة تحت تفريغ. ويلاحظ أن ظهور هذا العيب قبل البسترة فإن عملية البسترة لاتزيله.

ب- نكهة الشياط caramel

يعطى ميكروب *Str. lactis var maltigenes* هذه النكهة وهى شبيهة بنكهة اللبن المغلى

ج- نكهة الدواء Medicinal flavour

تسببها بكتريا *Enterobacter aerogenes* ومصدرها الزجاجات المغسولة يدوياً وتظهر فى اللبن المبستر المسوق.

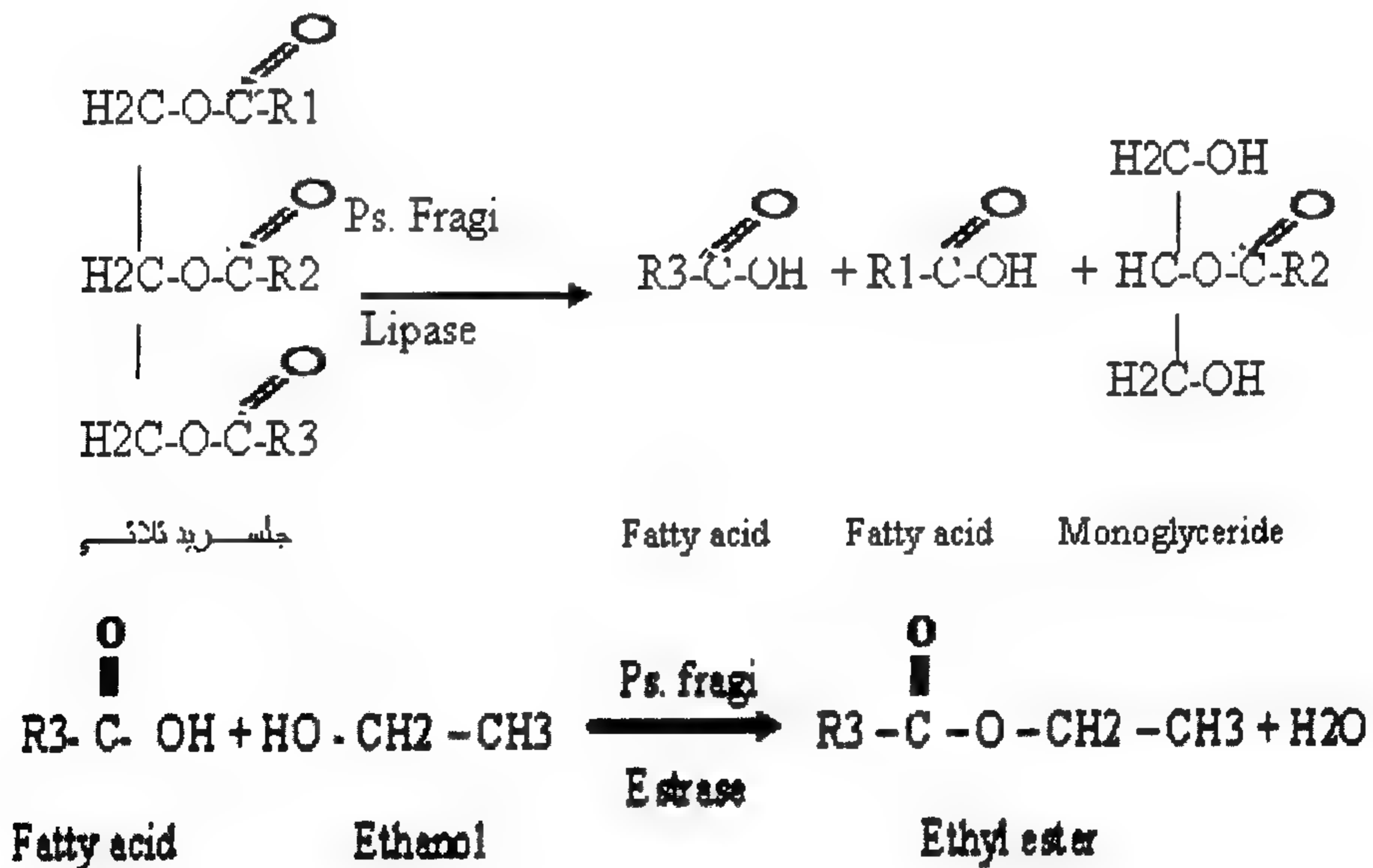
د- نكهة الفاكهة Fruity flavour (تشبه الفراولة strawberry ñ like aroma): ومن الميكروبات المسؤولة عنها: *Pseudomonas fragi* إذ تعطى رائحة تشبه الأستر فى اللبن والقشدة والمنتجات اللبنية المحفوظة على حرارة منخفضة فلهذه البكتريا القدرة على النمو على ٥ - ٧ °م حيث تسود على بقية البكتريا أثناء التخزين فى الثلاجة وقد وجد أن نمو هذه البكتريا باللبن تسبب طعماً غير نظيف unclean عندما يصل عددها بالأطباق ٥,٥ × ١٠^٦ مجموعة / مل ويظهر الطعم الفاكهى عندما يصل العدد ٥ × ١٠^٨ مجموعة / مل ومصدر هذه البكتريا التربة والماء،

وتنتشر هذه البكتريا في البيئة المحيطة بإنتاج اللبن وتصنيعه، وهي بكتريا حساسة للحرارة لذا وجودها في اللبن المبستر يدل على تلوثه بعد البسترة.

والطعم الذي تسببه هذه البكتريا يرجع لقدرتها على تكوين إسترات الأيثيل Ethyl esters إذ تحتوى إنزيمات ليبيز ونظام إنزيمي لأسترة حمض البيوتريك وحمض الكابرويك مع كحول الأيثيل الذي تنتجه أيضاً هذه البكتريا. ويزيد إنتاج وظهور الطعم الفاكهي بإضافة ٠,٢٪ كحول أيثيل للمزرعة المحتوية على هذه البكتريا، كما يزيد إنتاج الطعم الفاكهي fruity aroma esters في كل من اللبن وجبن كوتاج المحتوى على كمية من الإيثانول نتيجة التلوث من السيلاج أو نتيجة نمو ميكروبات أخرى قد تنتج الأستلدهيد أو كحول الإيثايل.

وقد أمكن إستخلاص إنزيم أستريز من راشح خلايا هذه البكتريا له القدرة على أسترة أحماض البيوتريك والكابرويك.

وميكانيكية تكوين إسترات الأيثيل بفعل بكتريا *Ps. Fragi* توضحها المعادلات التالية:



حيث R_3 ethyl butyrate $(\text{CH}_2)_2 \text{ñ CH}_3$

Ethycaprolate $(\text{CH}_2)_4 \text{ñ CH}_3$

هـ - طعم الفينول:

يسمى طعم الفينول أحياناً بالطعم المدخن أو طعم الفنيك. ويظهر هذا العيب فقط في اللبن المعقم، فسببه بكتريا *Bacillus cereulans* المتجرثمة والتي تقاوم جراثيمها درجات الحرارة المرتفعة، علاوة على قدرتها على النمو في درجات الحرارة المنخفضة ويتكون الفينول أساساً من الحمض الأميني ثيروسين. ولتجنب العيب يجب العناية بنظافة الإنتاج وتعقيم الأدوات.

و- طعم كحول الأمايل:

وهو طعم زيتي ذو رائحة نفاذه تشبه رائحة كحول الأمايل. وسببه ميكروب *Micrococcus caseolyticus* المحلل للبروتين، والذي يوجد بكثرة في الأتربة والأرباع الخلفية للحيوانات. لذا يجب العناية بنظافة الإسطبلات والأرباع الخلفية للحيوانات وتطهيرها قبل الحلابه.

ز- طعم كبريتور الأيدروجين H_2S يظهر هذا العيب نتيجة تلوث اللبن بأثار الكبريت أثناء مروره في أنابيب المطاط التالفة، وتكون SH_2 من هذا الكبريت بفعل بعض البكتريا. وقد يتكون هذا الغاز نتيجة نمو بكتريا الكوليفورم وتأثيرها على الكازين.

ح - نكهات ميكروبيه أخرى

النكهة	الميكروب المسبب
الإسطبالية	<i>Aerobacter oxytocum</i>
الصابونية	<i>Pseudomonas sapolactica</i>
الشبيهة باللفت	<i>E. coli</i> , <i>Pseu. flourescens</i>
الشبيهة بالبطاطا	<i>Pseu. mucidolens</i>
السمكية	<i>Pseu. ichthyosima</i>
الترابييه	<i>Actinomycetes</i>
المتفسخة	<i>Clostridium</i>
غير نظيفة	بكتريا عصوية موجبة لجرام محبة للبرودة
Unclean	

٨- تغيرات اللون (Abnormal colours (discolourations)

لون الغذاء سمة هامة من حيث تسويقه، فقد يكون الغذاء عالٍ في قيمته الغذائية ولكن لا يقبله المستهلك إذا لم يكن لونه مشابهاً للونه الطبيعي، فخرج لون الغذاء في شدته intensity أو إنتظام توزيعه uniformity عن الدرجة التقليدية traditional tint أو وجود تبقع (زركشة) mottling يعتبر عيباً خطيراً. ورغم أن لون اللبن قد يتغير من سلالة لأخرى إما لإختلاف العليقة أو لإختلاف قدرتها على تمثيل الكاروتين إلا أن هذه التغيرات خفيفة، ولكن التغيرات الأكثر وضوحاً هي الناتجة عن بعض التلوث الميكروبي ومن هذه التغيرات:

أ- اللون الأزرق Blue colouration من البكتريا المسببة لهذا اللون:

Pseu. cyanogens - i

ويبرز هذا الميكروب صبغة قابلة للذوبان تكون رمادية اللون دون حدوث تجبن وذلك عند نمو الميكروب دون منافسة من ميكروبات أخرى، ولكن بعد مضي الوقت يتحول اللون إلى لون أخضر مزرق وذلك بفعل حمض اللاكتيك الذي تنتجه بكتريا اللاكتيك السبحية *lactic streptococci* مثل *S. lactis* والتي تنشط *Pseudomonas* الملوث للبن، أى أن اللون الأزرق لا يتكون إلا عن طريق التعاون بين الميكروبين، فإضافة الحمض لا يعتبر بديلاً عن *S. lactis*.

Pseu. florecensens - ii يعطى صبغة خضراء مصفرة.

والميكروب ينمو على درجة حرارة منخفضة.

ب- اللون الأحمر Red colouration

وجود اللون الأحمر في اللبن قد يكون نتيجة الإصابة بالتهاب الضرع، ويمكن معرفة ذلك بطرد عينة من اللبن مركزياً وإختبار الراسب لوجود كرات الدم الحمراء من عدمه. وقد يظهر اللون الأحمر في اللبن نتيجة نمو بعض الميكروبات مثل:

i - بكتريا *Serratia marcescens* وتعرف الصبغة الحمراء التي تكونها هذه البكتريا بإسم Prodigiosin وتتكون هذه الصبغة عادة في اللبن الناتج تحت ظروف

معقمة aseptically drawn milk إذ أن النمو السريع للبكتريا الأخرى يمنع من ظهور اللون فقد تكون منافسة لبكتريا *Serratia marcescens*.

ii - خمائر مثل *Rhodotorula glutinis* تكون نتيجة نموها على القشدة بقعاً حمراء وممايساعد ظهور هذا العيب الحموضة والضوء.

iii - بكتريا أخرى مثل *Sarsena rosa, Aerobacter aerogenes*.

ج- اللون الأصفر Yellow colouration ومن البكتريا المسببه له:

بعض أنواع بكتريا *Pseudomonas* مثل *Ps. Synxatha* ونظراً لأن الميكروب هوائى لذا يظهر اللون الأصفر فى طبقة القشدة التى تطفو على سطح اللبن ومن البكتريا الأخرى *Sarsenia lutea, Staph. aureus*.

ثانياً: العيوب الميكروبيه التى قد تظهر فى الألبان المعاملة حرارياً

١- العيوب الميكروبيه التى قد تظهر فى اللبن المبستر

بسترة اللبن هى معاملة حراريه تجرى على اللبن فى أجهزة خاصة يتعرض فيها كل جزء من اللبن لدرجة حرارة ومدة معينتين أقل من الغليان للقضاء على جميع الميكروبات المرضية ومعظم البكتريا غير المرضية. على أن يعقب عملية التسخين تبريد اللبن مباشرة ويوجد نوعان أساسيان من البسترة:

البسترة بطريقة الحجز Holding method : ٦٣ °م / ٣٠ د

البسترة على حرارة عالية لمدة قصيرة High temperature short time (HTST):

٧١ : ٧٢ °م / ١٥ - ١٦ ث

ومن حيث تأثير البسترة على الميكروبات يلاحظ:

١- تقضى البسترة على:

أ- ميكروب السل *Mycobacterium tuberculosis* وهو أكثر الميكروبات المرضية مقاومة للحرارة. وينتج عن ذلك خلو اللبن المبستر من جميع أنواع الميكروبات المرضية غير المتجترمة.

ب- بكتريا القولون *E. coli* التى تسبب تخمض اللبن وإنتاج الغاز، فوجود هذه الميكروبات فى اللبن المبستر يدل غالباً على تلوثه بعد عملية التسخين نتيجة عدم نظافة المبردات أو أجهزة التعبئة أو الأدوات أو القائمين بالتعبئة.

ج- على ٩٩,٥٪ من بكتريا حمض اللاكتيك.

٢- ولكن قد يبقى فى اللبن بعد البسترة:

أ- بكتريا مقاومة للبسترة وهذه إما:

i - بكتريا مقاومة للحرارة *Thermodurics*: وهى تتحمل حرارة التسخين، ومصدرها الرئيسى اللبن الخام نتيجة تلوثه من السطول (أوانى الحليب) بالمزرعة، وتشمل بعض الأنواع السبحية مثل *S. liquefaciens*, *S. faecalis*, *S. thermophilus* ونظراً لأنها تحتاج لحرارة ٢٠°م لنموها فهى لا تنمو فى اللبن المبستر إذا برد إلى ١٠°م أو أقل. وتضم هذه البكتريا أيضاً *Microbacterium lactium* والأنواع المقاومة للحرارة التابعة لجنس *Micrococcus* مثل *Micrococcus candidus*, *M. luteus*.

ii - بكتريا محبة للحرارة *Thermophilics*: ودرجة حرارتها المثلى ٦٢,٨°م والصغرى ٣٠°م وتستطيع أن تنمو جيداً فى ٥٥°م ومن أمثلتها *Lactobacillus thermophilus*، ويزداد نشاط هذه البكتريا فى حالة البسترة بطريقة الحجز نظراً لإنخفاض حرارة اللبن فى بعض أجزاء الحوض (نتيجة الرغاوى)، لذا ينصح بوقف عملية البسترة من وقت لآخر فى هذه الأجهزة لغسلها وتعقيمها، وقد تسبب هذه البكتريا تجبناً فى اللبن فمعظمها ينتج حمض لاكتيك. أما فى البسترة لحرارة عالية لوقت قصير فرغم عدم وجود فرصة لنمو البكتريا المحبة للحرارة لصغر مدة الحجز (١٥ ث) إلا أن نموها قد ينحصر فى قسم التبادل الحرارى بين اللبن الخام والتام البسترة لملائمة درجة حرارته لنمو هذه البكتريا (٦٢,٨°م)، وعليه فإنه إذا ظلت تعمل الأجهزة عدة ساعات بدون تعقيم، فإن هذه البكتريا تتكاثر مسببة كثيراً من المتاعب، مما يستوجب العناية بنظافة هذا القسم وتعظيمه باستمرار.

وعموماً فعملية تبريد اللبن المبستر والتى تصل لأقل من ١٠°م يؤدى لإيقاف نمو تلك البكتريا المحبة للحرارة بعد البسترة.

ب- جراثيم البكتريا المتجرثمة خصوصاً أفراد جنس *Bacillus* وأهمها *B. cereus* ومصدرها في اللبن الخام الأعلاف والحيوانات ومياه الغسيل والأواني، وينشأ عن وجودها في اللبن المبستر حدوث التجبن الحلو.

٢- العيوب الميكروبية التي قد تظهر في اللبن المغلي *Boiled milk*

عملية غلي اللبن هي عملية حرارية يتعرض لها اللبن لحرارة أشد من البسترة، حوالي ١٠٠ °م (بغلي اللبن في ١٠٠,٧ °م) ويفضل أن تتم في حمام مائي مع التقليب أثناء الغلي لعدة دقائق ثم التبريد بسرعة بغمر الإناء في ماء بارد.

ويقضى الغلي بالصورة السليمة على جميع الميكروبات غير المتجرثمة بما فيها الميكروبات المرضية، ولا يبقى بعد الغلي سوى البكتريا المتجرثمة التابعة لجنس *Bacillus* والتي منها *B. cereus*, *B. coagulans*, *B. subtilis*, *B. picheniformis*, *B. circulans* والتي تنشط عند حفظ اللبن بعد غليه دون إستهلاك لبضعة أيام وتتكاثر محدثة بعض التغيرات غير المرغوبة التي منها التجبن الحلو وتحلل البروتين والطعم المر والطعم المؤكسد.

٣- العيوب الميكروبية التي قد تظهر في اللبن المعقم *Sterilized milk*

اللبن المعقم لبن عومل معاملة حرارية شديدة (١٠٥ - ١١٠ °م / ٢٥ - ٣٠ د) وذلك بالطريقة القديمة (الأبراج) أو (١٣٥ - ١٤٠ °م / ٢ ثانيه) بإستخدام البخار المضغوط ويعرف هذا النوع من التعقيم التجاري بإسم التسخين فوق العالي UHT (Ultra high temperature) وتؤدي التعقيم التجاري (تعريض اللبن الخام لحرارة التعقيم) إلى إبادة ما يحتويه من الخلايا الخضرية الخاصة بالبكتريا والفطريات ولايتبقى إلا جراثيم العصويات *Bacillus* والكلوستريديا *Clostridia* وهذه أيضاً يقضى على الكثير منها.

ومن أهم العيوب الميكروبية في اللبن المعقم:

أ- التجبن الحلو Sweet curdling: تسببه الأنواع المتجرثمة من البكتريا المحبة للحرارة المعتدلة mesophilics مثل *B. subtilis*, *B. cereus*.

- ب- المرارة Bitterness: نتيجة التحلل البروتينى ببكتريا *B. thermoacidurans*.
- ج- التجبن الحبيبي Granular clotting: تسببه الأنواع المتجرثمة من البكتريا المحبة للحرارة المرتفعة thermophilic.

٤- العيوب الميكروبية التى قد تحدث فى اللبن المكثف غير المحلى

(لبن مبخر Un sweetened condensed milk (evaporated milk

يعرف اللبن المكثف غير المحلى بأنه الناتج من تركيز اللبن الخام أو المنزوع دهنه، وذلك بالتخلص من جزء من مائه بحيث لا تقل عن نصف الكمية الموجودة أصلاً به. ومثل هذا النوع من اللبن به نسبة ماء تقدر بحوالى ٦٨ - ٧٤٪ ومعامل حراريّ عن طريق التعقيم.

وقد يحدث تلوث لهذا اللبن عن طريق دخول الميكروبات المفسدة إلى العبوات نتيجة لبعض القصور أثناء عملية التبريد والنقل ومن العيوب الميكروبية الناتجة عن هذا التلوث:

أ- التجبن الحمضى Acid coagulation: وتسببه بكتريا مقاومة للحرارة مثل *B. coagulans*, *B. stearothermophilus* وتنمو على ٣٧ °م وتسبب تجبن اللبن مع وجود نكهة الجبن وطعم مر.

ب- التجبن غير الحمضى Non acid curd coagulation: وتسببه بكتريا *B. subtilis* وهى تفرز أنزيماً يشبه الرنين، وقد يبقى الأنزيم نشطاً عند وجوده بكميات وافرة رغم حرارة التعقيم مما يؤدي لتجبن اللبن المكثف خلال التصنيع أو التخزين، ويصاحب التجبن هضم الخثرة وتفتتها وظهور لون بني وطعم مر.

ج- تجبن حمضى غازى: وتسببه بكتريا *B. megaterium* مع ظهور نكهة ورائحة الجبن. كما تسبب بكتريا *Clostridium* إنتفاخ العلب.

ورغم أن حرارة التعقيم ٢٤٠ - ٢٥٠ °ف / ١٥ - ٢٠ د، سوف تقضى على البكتريا إلا أنها قد تفرز توكسينات سامة تسبب تسمماً غذائياً عند شرب اللبن المبخر الناتج.

٥- العيوب الميكروبية التي قد تظهر في اللبن المكثف المحلى

Sweetend condensed milk

يعرف اللبن المكثف المحلى بأنه الناتج من تركيز اللبن الخام أو المنزوع دهنه، وذلك بالتخلص من جزء من مائه بحيث لا تقل عن نصف الكمية الموجودة أصلاً به بعد إضافة السكر إليه، وهذا اللبن به نسبة من الماء تقدر بحوالى ٢٥٪ ومعدل سكر حوالى ٤٤ - ٤٥ ٪.

ومن العيوب الميكروبية للبن المكثف المحلى:

أ- تكوين الغازات: ومن الميكروبات المسؤولة عن ذلك:

i - الخمائر ومصدرها عادة السكر المضاف ومنها *Torula lactis condensis*, *T. globosa*, *T. succharalis* وتسبب إنتفاخ العلب عند حفظها فى جو دافئ لمدة تزيد عن أسبوع نتيجة تخمر السكر وإنفصال الغازات وهى تحتاج لظروف هوائية لكى تبدأ نموها فى البداية (ويستمر النمو بعد ذلك فى ظروف لاهوائية) لذا فإن تعبئة اللبن المكثف المحلى فى علب مفرغة من الهواء يعمل على إيقاف نشاط تلك الخمائر.

ii - بكتريا: فقد تحتوى العلب بكتريا الكوليفورم *coliform* ولكنها لا تسبب التلف لعدم ملائمة الوسط لنموها إلا أنه إذا فرض وبدأ السكر فى التبلور نتيجة عدم ضبط سرعة تبريد اللبن بعد التكتيف فإن بكتريا *E. aerogenes* قد تنمو منتجة كمية كبيرة من الغاز الذى يسبب إنتفاخ العلب.

كما أنه إذا تبلور السكر نتيجة لعدم ضبط سرعة تبريد اللبن بعد التكتيف فإن هذا يلائم (يشجع) بكتريا كوليسترديم *Cl. butyricum* على إنتاج الغاز.

ب- زيادة اللزوجة والقوام (الثخانة) Thickening: تكونها بعض أفراد من جنس *Micrococcus* مثل *M. freudenreichii* التى تقاوم الحرارة إذا تلوث اللبن أثناء تبريده وتعبئته ولهذه البكتريا القدرة على النمو فى تركيز مرتفع من السكر لتقوم بتحليل اللبن وإنتاج الحمض المسبب للثخانة وتكوين نكهة الجبن.

ج- تكون الأزرار Buttons: ويسببها بعض الفطريات منها *Aspergillus repens*, *A. glaucus* حيث تنمو فى شكل مستعمرات عديمة اللون تكون كتلاً مختلطة مع اللبن المتخثر ومع الفطر. وتسبب هذه الفطريات أيضاً تغيرات حسيه (طعم مر ورائحة زنخه). ويعتبر الهواء ضرورياً لنمو هذه الفطريات لذا يجب التعبئة تحت تفريغ مع التخزين فى حرارة منخفضة.

٦- العيوب الميكروبية التى قد تظهر باللبن المجفف

يصنع اللبن المجفف من لبن كامل أو منزوع الدهن جزئياً أو كلياً بتبخير معظم مائه. ويحتوى الناتج ٣ - ٥٪ رطوبة وتوجد طريقتان أساسيتان للتجفيف التجارى: طريقة الإسطوانات (١٣٧ م°) وطريقة الرذاذ (٨٨ م°).

ويتوقف أعداد الكائنات الحية باللبن المجفف على عدة عوامل منها: العدد الأصلى باللبن الخام، مقاومة الأحياء الدقيقة للمعاملة الحرارية، درجة الحرارة المستخدمة ومدة التسخين.

ويلاحظ أن اعداد الكائنات الحية باللبن المجفف تتناقص عادة أثناء التخزين إلا إذا حدث ترطيب للبن المجفف مما يؤدى إلى زيادة أعداد الفطر والخميرة فقط مع عدم حدوث زيادة ملحوظة فى البكتريا قبل إسترجاع اللبن المجفف.

كما تختلف أعداد الكائنات الحية باللبن المجفف باختلاف طريقة التجفيف فيلاحظ أن:

أ- التجفيف بطريقة الإسطوانات تقضى على معظم الميكروبات عدا المتجرثمة منها نظراً لأرتفاع حرارة التجفيف، فلا يبقى سوى أعداد قليلة من جنس *Bacillus* مثل: *B. cereus*, *B. mesenteriens*, *B. megaterium* وهذه البكتريا يمكنها أن تنمو فى اللبن المسترجع reconstituted وتسبب التجبن الحلو.

ب- التجفيف بطريقة الرذاذ: تقضى على جميع الميكروبات عدا المتحملة للحرارة، لذا فهو يحتوى على أعداد تفوق الموجودة فى اللبن المجفف بالأسطوانات لأنخفاض درجة حرارة التجفيف.

ومن أهم الميكروبات فى هذا اللبن بعض أنواع من جنس *Streptococcus* مثل *S. durans*, *S. thermophilus*, *S. bovis*

وبعض أنواع من جنس *Micrococcus* مثل *M. luteus*, *M. varians* وبعض الخمائر.

ثالثاً : فساد المنتجات الدهنية ميكروبياً

١- الفساد الميكروبي للقشدة (عيوب القشدة الميكروبية)

تعرف القشدة بأنها الجزء من اللبن الغنى بالدهن (أكثر من ١٢٪).

ومن أهم العيوب الميكروبية التى قد تظهر بالقشدة:

١- زيادة الحموضة Increase of acidity

ويسببها مجموعة من الميكروبات المنتجة للحموضة، ومصدر هذه الميكروبات عادة اللبن الخام. ويظهر هذا العيب بكثرة فى القشدة غير المبسترة والمحفوظة لمدة طويلة فى أماكن دافئة، ومن أنواع البكتريا المسببة لهذا العيب بكتريا تابعة للمجموعات التالية:

Lactobacillus, *Coliforms*, *Clostridium*, *Streptococcus*

٢- المرارة Bitterness

وتسببها مجموعة من الميكروبات لها القدرة على تحلل البروتين وإنتاج مواد نيتروجينية بسيطة مثل الببتونات والببتيدات لبعضها طعم مر. ومن أنواع البكتريا المسببة لهذا العيب:

أ- بكتريا هوائية مكونه للجراثيم مثل *B. cereus*.

ب- بكتريا هوائية غير مكونه للجراثيم مثل:

Pseudomonas spp, *Proteus spp*, *Micrococcus spp*, *Streptococcus liquefaciens*

ج- بكتريا لاهوائية مكونه للجراثيم ومنها أنواع تابعة لجنس *Clostridium*.

٣- التزنخ والنكهة النفاذة Rancidity and strong off flavours

وتسببها مجموعة من الميكروبات لها القدرة على تحلل الدهن وتكوين أحماض دهنية قصيرة السلسلة بفعل ما تفرزه من إنزيمات الليباز ومن هذه الميكروبات أ- بكتريا مثل:

Achromobacter lipolyticum Pseudomonas fragi, Pseudomonas fluorescens

ب- فطريات

٤- الرغوة Frothiness

تتكون الرغوة نتيجة تخمر اللاكتوز وإنتاج حمض اللاكتيك وغاز يظهر على هيئة فقاعات، ومن الميكروبات المسؤولة:

أ- بكتريا مثل *Bacterium aerogenes*

ب- خمائر مثل *Torula spherics, Torula cremoris*

٢- عيوب الزبد الميكروبيه (الفساد الميكروبي للزبد)

يعرف الزبد بأنه الناتج من تجمع حبيبات دهن اللبن أو القشدة أو الشرش بالطرق اليدوية أو الآليه ويشترط فيه أن يكون طبيعياً فى طعمه وخواصه وتركيبه ومظهره خالياً من الشوائب والعيوب، غير محتوى على مواد غريبة أو حافظة سوى ملح الطعام.

ويعتبر التلف الميكروبي للزبد محدود بوجه عام ومن أهم عيوب الزبد الميكروبيه.

١- عيوب النكهة

٢- عيوب اللون

أولاً: عيوب النكهة الميكروبيه

١- الطعم النتن أو التعفن Putrid flavour, surface taint, putridity

من أكثر العيوب التى تسببها البكتريا فى الزبد، ويتميز العيب بالنكهة والرائحة التعفن والذى تبدأ على السطح ثم تمتد تدريجياً إلى داخل الزبد. ويحدث الفساد

على ٤ - ٧ م° خلال أسبوع. وترجع الرائحة التعفنفة نتيجة تحلل الكازين وتكوين أحماض عضوية خاصة أيزوفاليرك. وللتغلب على هذا العيب يراعى بستر القشدة وإستخدام بادئ نشط والتعليح والعناية بالنظافة. والميكروب المسئول عن ذلك هو *Pseudomonas putrifaciens* مصدره التلوث من الماء فالميكروب مائى يتجمع فى الخضاضات وغيرها من أدوات الصناعة ولمنع هذا الفساد ينصح بأستخدام قشدة عالية الحموضة، مع إضافة أكثر من ٢٪ ملح طعام لصناعة الزبد حيث يقف نشاط هذا الميكروب عند تركيز ٣٪ ملح دون ٢٪.

٢ - التزنخ (Rancidity (strong off flavour)

يرجع ذلك لتحلل الزبد لأحماض دهنية قصيرة السلسلة خاصة حمض البيوتريك ذو الرائحة النفاذة وذلك بفعل إنزيمات الليباز الميكروبية ومن الميكروبات المسئولة عن ذلك:

أ- بكتريا ومنها:

i - *Ps. fluoescens* وهو ينمو فى الزبد المملحة (٢٪) ويسبب الطعم الفاكهى والزرنخ فى المنتجات الدهنية ويوجد فى الماء والتربة.

ii - *Ps. fragi* وهو حساس للملح ويوجد فى الماء والتربة واللبن الخام، وينمو ليعطى أولاً رائحة تشبه التفاح، ويعقب ذلك ظهور الطعم الفاكهى فى الزبد غير المملح.

iii - *Achromobacter lipolyticum*

ب- خمائر ومنها *Odium lactis*, *Clodosporium butyric*, *Penicillium spp*

٣ - الطعم السمكى Fishy flavour

يرجع لتحلل الليثسين وتكوين تراى ميثيل أمين Trimethyl amine والمسئول عن هذا الطعم عند وجوده فى صورة حرة. والبكتريا المسئولة عن ذلك:

(بعضها) *Ps. fluoescens*, *Ps. ichthiasma*, *Coliform*

٤ - نكهة الشعير المنقوع Maltiness, Malty flavour

وتظهر فى المراحل الأولى من التصنيع والمسئول عنها بكتريا *Str. lactis var. multigenes*

ثانياً: عيوب اللون الميكروبيه

تعتبر من أهم العيوب التى تحدث بالزبد وهى تحدث بفعل:

أ- الفطريات (عيوب اللون الفطريه):

وتوجد عيوب اللون الناشئة عن الفطريات على السطح غالباً حيث يتوفر لها الأكسجين وبعض الرطوبة المكثفة، بالإضافة إلى احتمال وجود بعض المواد الغذائية فى ورق اللف. ويتلون الزبد بلون هيفات الفطر، لذا تظهر بألوان مختلفة الشائع منها الأسود والبني والأخضر والأحمر

i - اللون الأسود أو البقع السوداء: ومن الفطريات المسببه له الأجناس الآتية:

Mucor, Rhizopus, Cladosperium خاصة *Cladosperium herbarum* إذ نجد ان هذا الفطر يمكنه النمو عند نقص الأكسجين، لذا نجد ان اللون المذكور يتخلل الزبد من الداخل. كما يمكن لفطر *Stemophyllum* من النمو وتكوين بقع سوداء صغيرة، كما تسبب خميرة *Torula niger* بقعاً سوداء.

ii - بقع بنية: من الأجناس المسئولة عن ذلك جنس *Alternaria* إذ تكون بقع بنية كبيرة.

iii - بقع حمراء: يسببها فطر *Fusarium* كما تسببه خميرة *Torula rosa*.

iv - بقع خضراء مزرقة: تسببها فطريات من أجناس *Penicillium*, *Aspergillus* ورغم أن الفطريات تنمو عادة على سطح الزبد، ولكن فى حالة الإصابة الشديدة فإنها تنمو على سطح ورق التغليف والأسطح الداخلية للصناديق، وتظهر عيوب اللون.

ب- البكتريا:

فيما يختص بعيوب اللون البكتيري فهذه مرجعها أساساً إلى بكتريا *Ps.nigrifaciens* والذي يمكنه النمو على درجات حرارة منخفضة (مقاوم للبرودة Psychrotrophic). ويسبب إسوداد اللون وهذا يبلغ أقصاه فى الزبد المحتوى ٢٪ ملح (الميكروب المذكور يتحمل ١,٥ - ٢,٥ ٪ ملح).

ملاحظة:

تظهر عيوب اللون في الزبد غير المملحة بدرجة أكبر مما يظهر في الزبد المملح. وتظهر هذه العيوب كحالات متفرقة - (تقع) وإنما أحياناً تظهر بشكل وبائي.

رابعاً: عيوب الجبن الميكروبية (التلف الميكروبي للجبن)

الجبن هو الناتج الطازج أو المسوى المتحصل عليه بتصفية الشرش بعد تجبن اللبن الكامل أو المنزوع الدسم كلياً أو جزئياً، أو اللبن الخض أو الشرش، ويجب أن يكون الجبن طبيعياً في صفاته الخاصة بالنوع من حيث طعمه وتركيبه ولونه.

ويمكن تقسيم العيوب الميكروبية بالجبن إلى:

- ١- عيوب في الطعم
- ٢- عيوب في اللون
- ٣- عيوب في القوام والتركيب
- ٤- عيوب في المظهر

١- عيوب الطعم

أ- زيادة الحموضة: Over acidity

ويظهر هذا العيب خاصة في الجبن الطرية نتيجة زيادة البادئ أو تلوث الخثرة بالميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك. ويمكن كشف زيادة الحموضة عند إمرار عينة من الجبن أسفل الأنف، كما أنه عند تذوق العينة نلاحظ إحساساً سريعاً بالطعم والذي يختفى بسرعة تاركاً الفم خالياً من أي إحساس بعيب الطعم. وعادة ما يكون الطعم زائد الحموضة مصحوباً بلون باهت مبيض.

ب- الطعم الفطري والخمائر:

ويشبه هذا الطعم رائحة السرداب الرطب ضعيف التهوية، ويمكن التعرف عليه بسهولة بعد التذوق ويسببه نمو الخمائر في الجبن.

ج- الطعم المر Bitterness

وقد يوجد في الجبن الطازج أو متوسط التسوية ولكنه أكثر وضوحاً في الجبن المسوى، ويرجع ذلك لإستخدام بادئ بطئ إنتاج الحموضة، مما يسمح بنمو أنواع عديدة من البكتيريا كانت لا تنمو تحت الظروف الطبيعية من سرعة الحموضة. ومن هذه البكتيريا: أنواع من العصويات Bacillus والتي تسبب تحلل البروتين إلى أحماض أمينية وبيتونات ذات طعم مر.

د- الطعم الزنخ Rancidity

وهو أقل ظهوراً فى الجبن المصنوع من لبن مبستر عنه من لبن خام، كما انه أكثر ظهوراً فى الجبن المسوى أو متوسط التسوية. وينشأ نتيجة فعل إنزيمات الليباز وإنتاج حمض البيوتريك. ويكون الطعم مرّاً صابونياً غير مرغوب فيه. ويشعر الإنسان بهذا الطعم عادة بعد التذوق. ومن هذه البكتريا ما هو تابع لأجناس *Pseudomonas*, *Micrococcus* وهذا العيب نادر الحدوث فى الجبن القريش.

٢- عيوب اللون

تحدث تغيرات اللون أساساً على سطح الجبن، وقد تحدث داخل الجبن، وهى عبارة عن بقع تختلف طبيعتها من سمراء أو بيضاء إلى بقع صداً أو بقع حمراء وتتشأ عن نمو سلالات بكتيرية فمثلاً:

اللون الأسود: يسببه *Bacillus subtilis v. niger*، اللون الأحمر أو الأصفر يسببه أنواع *Micrococcus* والبقع الصدديه *rusty spots* الداخلية تسببه بكتريا *Lactobacillus plantarum var. rudensis* كما تتشأ هذه الألوان عن نمو بعض الفطريات والخمائر ومن أمثلتها ما يتبع الأجناس التالية:

Mucor, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosperium*, *Ulternaria*, *Geotricum*, *Oospora*.

٣- عيوب القوام

قوام عجنى أو لزج أو سيولة قوام الجبن *Liquifaction*, *sliminess*, *flowing cheese* تسببه بكتريا مثل *S. liquefaciens*, *Proteus spp* وفطريات مثل أنواع تابعة لجنس *Mucor* وهذه جميعاً تسبب تحلل الكازين *Caseinolytic* وتحول الجبن إلى عجينة ممزقة تميل للإلتصاق بالأصابع كما تسبب سيولة قوام الجبن *Flowing cheese* نتيجة شدة هضم الكازين.

٤- عيوب التركيب

التركيب الغازى (تكوين الغازات) أو الثقوب (*Holeyness* (*Openness*) يعتبر تكون الغازات فى الجبن من أسوء العيوب وأكثرها خطورة على جودة الناتج بإستثناء الأصناف التى تتطلب وجود الثقوب الغازية بداخلها مثل (الأمنتال) أو (الجروبير).

وتتكون الثقوب نتيجة لوجود الميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك والتي تخمر اللاكتوز مع إنتاج غاز يؤدي إلى تكوين الثقوب المختلفة في الشكل والحجم إما على السطح أو داخل الخثرة. وينقسم التخمر الحادث والمسئول عن تكوين الغازات إلى:

أ- تخمر مبكر Early fermentation

وفيه يحدث إنتاج الغاز في المراحل المبكرة سواء أثناء التصنيع أو بعد مرور ٢ - ٣ أيام من الصناعة ويتوقف ذلك على أعداد الميكروبات وأنواعها، ويحدث إنتاج الغاز بشدة خلال التصنيع في غالبية أصناف الجبن فقط عند إستعمال ألبان شديدة التلوث ببكتريا الكوليفورم والتي تشمل الجنس *Escherichia*, *Aerobacter*، ويكون الغاز الناتج عبارة عن مزيج من H_2 , CO_2 ونظراً لإرتفاع قابلية ذوبان CO_2 فإنه يؤدي إلى إكتساب الجبن القوام الإسفنجي، في حين يتسرب الهيدروجين على صورة غاز من داخل الجبن مسبباً تشققات.

وتختلف نوعية الثقوب المتكونة في هذا التخمر باختلاف الميكروب المسبب لها، فالثقوب التي تتكون ببكتريا الكوليفورم تتميز بحواف غير منتظمة مع وجودها على سطح الجبن، بالإضافة إلى ظهور نكهة غير مرغوبة إذا كانت الإيشريشيا من أصل غائطي *True faecal E. coli*.

كما قد يحدث التخمر المبكر بفعل بعض الخمائر مثل:

Torula spherica, *Torula cremoris* وتتميز الثقوب المتكونة بفعل هذه الخمائر بأنها تشبه عين السمكة (Fish - eye shape) مع وجود غطاء أملس ولامع، وتظهر الثقوب أيضاً على سطح الجبن.

ب- تخمر متأخر Late fermentation

وتتميز الثقوب المتكونة في حالة التخمر المتأخر بوجودها داخل الجبن حيث تسببها بكتريا لاهوائية مثل *Clostridium perfringens*، وتكون هذه الثقوب يكون واضحاً بعد مرور بضعة أسابيع من الصناعة، والغاز في التخمر المتأخر يحتوى نسبة مرتفعة من H_2 مما يؤدي إلى حدوث ثقوب وتشققات كبيرة الحجم في أقراص الجبن. ويمكن التغلب على هذا العيب (تكون الغازات) بإستخدام بادئات تحوى سلالات منتجة للمضاد الحيوى نيسين *Nisin* والتابعة لـ *S. lactis* حيث توقف نمو أنواع جنس *Clostridium*.

٢- عيوب المظهر الحيويه:

أ- تعفن القشرة:

نظراً لحموضة الجبن وإنخفاض نسبة الرطوبة فيه يتعرض عادة للفساد بالعفن (الفطر) الذى ينمو على السطح أو فى الشقوق الموجودة بالجبن، ويظهر على صورة مسطحات بنية اللون غير منتظمة الشكل ويكون أحياناً مصحوباً بمرارة شديدة خاصة فى الأجزاء المصابة. وتلف الجبن بواسطة العفن يعتبر من أكبر المشاكل التى تواجه صناعته وتعوق تسويقه. فبالرغم من وجود أنواع من فطريات معينة تدخل فى عمل بعض أنواع الجبن وإنضاجها، فإن نمو الفطريات على الجزء الخارجى لغالبية الجبن يعتبر أمراً غير مرغوب فهو يشوه الجبن. ومن الفطريات التى تجد الجبن وسطاً غذائياً ممتازاً لنموها: أنواع تابعة لأجناس

Mucor, Penicillium, Aspergillus, Cladosperium, Monilia, Alternaria, Geotricam

وتوجد طرق عديدة تفيد فى الحد من نشاط الفطر أو تمنع نموه، من هذه الطرق:

- i - إستعمال دهانات توقف نمو الفطر Fungistatic paints أو تغليف الجبن بأغلفة من مادة البلاستيك تحتوى مواد كيميائية مانعة للفطر مثل حمض البروبيونيك أو السوربيك. أو تغطية السطح الخارجى للجبن بالشمع السائل.
- ii - إستخدام منتجات الأوزون أو مولداته لمنع نمو الفطر ووقف نشاطه، إلا أنه يجب إستعمال تركيزاً مرتفعاً وهذا التركيز يسبب أكسدة الدهن.
- iii - العناية بغرف التغليف والتخزين: فيجب تنظيف الغرف والأدوات عدة مرات لمنع نمو الفطر عليها، ويوصى بإستخدام الأشعة فوق البنفسجية مع تنقية أو ترشيح هواء هذه الغرف.

ب- الإصابة بالحلم Cheese mites

ويعتبر حلم الجبن من أهم الأفات التى تصيب الجبن، وتؤدى لتلفه وفقد كمية كبيرة منه مما ينشأ عنه خسارة إقتصادية كبيرة. ومن علامات الإصابة بالحلم:

- i - وجود تراب ناعم جداً غامق اللون على سطح الجبن القديم ورفوف الجبن.
- ii - بالفحص بالمجهر يمكن مشاهدة الحلم حياً وميتاً وكذا نواتج إخراجة خاصة فى الشقوق وتحت الشمع المكسور.

iii - قد يلاحظ ذبابة الجبن أحياناً.

ومن أسباب إصابة الجبن بالحلم:

i - التشقق الميكانيكى لأقراص الجبن.

ii - عدم العناية بتغليف وتشميع أقراص الجبن وعدم العناية الصحية فى تداول وتخزين وتسويق الجبن.

ومن وسائل مقاومة الحلم والوقاية منه:

١- مقاومة الفطر إذ توجد علاقة وطيدة بين نشاط الحلم بالجبن والتلوث بالفطر.

٢- دهن سطح الجبن ببعض الزيوت النباتية مثل زيت بذرة القطن فقد أدت هذه المعاملة إلى موت معظم الحلم بعد ٣ - ٧ أيام من المعاملة، وكان للمعاملة تأثير واقى لمدة أسبوعين بعد المعاملة، وقد يعزى تأثير الزيت إلى كونه كمادة عازلة على سطح الجبن وشقوقه تقلل من وصول الهواء للحلم.

٣- رش ويفضل غمس الجبن المصاب فى مخلوط من أيديروكسيد الكالسيوم ١٢٪، ٨٪ كلوريد صوديوم (٢٠ جم $Ca(OH)_2$ + ٨٠ جم NaCl تذاب فى لتر) فقد أدت هذه المعاملة لإبادة معظم الحلم الموجود بالجبن فى مدة ٢ - ٥ أيام بعد الرش مع استمرار الأثر الواقى لمدة أسبوعين.

٤- تدخين حجرات التسوية بالغاز الناتج من تفاعل:

(٥٠ جم برمنجانات البوتاسيوم + ١٠٠ مل فورمالين) فقد نجحت الطريقة فى قتل جميع أطوار الحلم. ويكفى الغاز الناتج من تفاعل الكميات السابقة من البرمنجانات والفورمالين لمتري مكعب من مكان تخزين الجبن. وقد أمكن بهذه الطريقة تخزين الجبن الخالى من الحلم فى المكان المدخن بهذه الطريقة لمدة ٤٠ يوماً دون ظهور إصابة جديدة بالحلم.

خامساً: الفساد الميكروبي للبادئات

تعتبر إصابة البادئات بالبكتريوفاج أهم عوامل فسادها وعيوبها. والبكتريوفاج bacteriophage عبارة عن فيروس يهاجم البكتريا وهو متخصص فكل سلالة من بكتريا البادئ نوع معين من الفيروس. ويتمثل دور الفيروس فى مهاجمة الخلية البكتيرية والتكاثر بداخلها وتحويل محتوياتها إلى فيروسات جديدة تخرج لتهاجم خلايا بكتيريه

أخرى وبذلك يفقد البادئ نشاطه ويزداد ضرر البكتريوفاج إذا كان البادئ مكوناً من سلالة بكتيرية واحدة لذا يستحسن أن يكون البادئ خليط من عدة سلالات بجانب ذلك يجب مراعاة:

١- عند الإصابة يجب الحصول على بادئ جديد يحتوى سلالات مقاومة للبكتريوفاج.
٢- العناية بتعقيم الأجهزة والأوعية المستخدمة بالحرارة أو كيميائياً بمحلول فوق الكلوريد.

٣- تجديد البادئ تحت ظروف معقمة منعاً من التلوث.

وسائل الوقاية أو الحد من أضرار التلوث الميكروبي للبن ومنتجاته

من وسائل الحد من تلوث اللبن ومنتجاته بالميكروبات:

١- الحد من التلوث البيئى Reduction of enviromental contamination وتتضمن ذلك العناية بالحيوان، القائمين بالإنتاج والتصنيع، المزرعة، المصنع، نظافة الأدوات والمعدات.

٢- تقليل الحمل الميكروبي باللبن ومنتجاته: يجب أن نشير هنا أن مقاومة الميكروبات أو القضاء عليها بعد وصولها للبن ليس بالأمر السهل ولا بالأمر المجدى بالمقارنة مع الحيلولة دون حدوث التلف من البداية. وعموماً فمن وسائل تقليل الحمل الميكروبي: التبريد والمعاملات الحرارية - الوسائل الميكانيكية - المواد الحافظة الكيماوية - الإشعاع - التكنولوجيا الحيوية.

أولاً: الحد من التلوث البيئى

١- العناية بصحة الحيوان

يتوقف عدد البكتريا الموجودة فى اللبن الناتج من حيوان ما على سلامة الحيوان ونظافته وسلامة ضرعه لذا يجب مراعاة:

١- إجراء الإختبارات الدورية على حيوانات المزرعة مثل إختبارات السل والبروسيل والإتهاب الضرع، مع عزل الحيوانات المريضة من القطيع خاصة التى تعاني من إتهاب الضرع فى ربع أو أكثر، إذ غالباً ما يحتوى ألبان هذه الحيوانات بجانب البكتريا المسؤولة عن إتهاب الضرع (*Str. agalactia*, *Str. pyogenes*, *Staph aureus*)

وميكروبات مرضية أخرى منها *Corynebacterium spp*, *L. monocytogenes*، بكتريا السل *Coxilla burnetti*، *Mycobacterium spp* خاصة في إلتهاب الضرع المزمن، كما أن بعض الفيروسات مثل FDM Polio قد توجد في هذا اللبن المصاب بالإلتهاب المزمن.

- ٢- عزل الحيوانات الجديدة عن القطيع حتى التأكد من سلامتها.
- ٣- إستبعاد قطرات الحليب الأولى (Fore- milk) لإحتوائه على نسبة عالية من الميكروبات وذلك في إناء خاص، وقد يستخدم في تغذية الحيوانات والعجول.
- ٤- تطهير الحيوان مرة أو مرتين يومياً لإزالة ما يعلق بجسمه من أوساخ مع إزالة الشعر الطويل الموجود على الضرع والمنطقة الخلفية، مع غسل ضرع الحيوان قبل الحليب مباشرة بماء نظيف، يفضل أن يضاف إليه هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة ٨٠ جم / ١٠ لتر ماء، ويفضل تدفئة ماء الغسيل في فصل الشتاء، ثم تجفف هذه الأجزاء المبللة بإستعمال قطعة قماش نظيفة (يجب أن يغسل هذا القماش ويغلى لتعقيمه قبل أن يكون معداً للإستعمال في الأيام التالية) وبعد عملية الغسيل والتجفيف هذه يمسح الضرع والحلمات بقطعة قماش أخرى أو ورق نشاف مبلل بمحلول مطهر مثل محلول الكلور في الماء (الهيبوكلوريت) بتركيز ٢٠٠ - ٢٥٠ جزء كلور في كل مليون جزء ماء. يجرى ذلك كله قبل السماح للماشية بالرقاد على الأرض حتى لايتلوث الضرع مرة أخرى.

٢- القائمون بالإنتاج والتصنيع

يجب أن يكون القائمون بالإنتاج والتصنيع يتمتعون بصحة جيدة مع خلوهم من الأمراض المعدية وألا يكونوا حاملين لها ويستحسن إجراء الكشف الطبى عليهم فى فترات متقاربة للتأكد من سلامتهم وخلوهم من الأمراض.

وعلى القائمين بالإنتاج والتصنيع الإهتمام بنظافتهم الشخصية ونظافة ملابسهم الداخلية والخارجية ويفضل لبس لباساً خاصاً بالإنتاج والتصنيع وأن يحتفظ به نظيفاً بإستمرار.

ورغم أن إستعمال آلة الحلب تقى اللبن من القاذورات والبكتريا العالقة بالماشية وأيدى الحلاب وكذا التلوث من الهواء، إلا أن إستخدام آلة الحلب يتطلب توفر عناية كبيرة فى نظافتها بين كل حلبة وأخرى وإلا كانت مصدراً خطيراً للتلوث.

٣- جو المزرعة (الإسطبل) والمصنع

١- يجب أن يكون الإسطبل والمصنع سهل التنظيف ومجهزاً بمجارى يسهل جريان الماء فيها بما تحمله من أوساخ، ومزوداً بماء نظيف تكفى للغسيل، مع مراعاة جودة الإضاءة والتهوية وتجهيز فتحات الإسطبل والمصنع بشبكة من السلك لمنع دخول الذباب والحشرات.

٢- تجنب إعطاء العلائق الجافة للماشية قبل الحلب مباشرة أو أثناءه، وكذا تجنب تنظيفه قبل الحلب أو أثناءه منعاً لإثارة الغبار ويفضل رش الحظيرة بالماء رشاً خفيفاً لمنع تطاير الغبار.

٣- العناية بتهوية جو المصنع، فالتهوية الجيدة تزيل الرطوبة الناتجة أثناء التصنيع، مما يحافظ على الأجهزة ويمنع نمو الفطريات على الأسطح، مع ضرورة تنقية الهواء الداخل لجو المصنع بواسطة مرشحات عالية الكفاءة لخفض المحتوى البكتيرى، إذ أن التهوية بدون مرشحات تزيد من احتمالات التلوث عن طريق الهواء.

٤- ويجب أن يكون ضغط الهواء داخل الغرف التى يتم فيها تعبئة المنتجات تحت ظروف معقمة أعلى مما فى الخارج، وأن يكون هناك حيز مفصول بجدار زجاجى لكل جهاز تعبئة وهذا يسمح للمختصين والزوار بمتابعة عمل الأجهزة دون الدخول إلى الغرف.

٥- يجب تغيير الهواء فى جو المصنع بمعدل ٥ - ٨ مرات / ساعة ويحسب حجم الهواء م^٣ بضرب مساحة ارضية الغرفة م^٢ × ٣ (أى يعادل ٣ أمثال مربع الأرضية).

٤- نظافة الأدوات والمعدات

تعتبر نظافة وتطهير (تعقيم) أدوات وأجهزة اللبن ومنتجاته من العمليات الهامة فى مزارع ومصانع الألبان ويتطلب ذلك خطوتين أساسيتين هما:

- ١- النظافة
- ٢- التعقيم (التطهير)

أ- النظافة

التنظيف عملية الغرض منها تنظيف أواني وأجهزة الألبان أى إزالة الجوامد اللبنية والمواد الأخرى لتصبح الأسطح نظيفة صالحة لعملية التعقيم.

وتعرف المنظفات Detergents بأنها مواد كيميائية تزيد من قدرة الماء على إزالة القاذورات سواء كانت عضوية أم غير عضوية ومن الخواص الواجب توافرها فى المنظفات:

١- ألا تؤدي إلى تآكل الأسطح. فمثلاً عند غسيل الأدوات المصنوعة من الألمونيوم لاينصح بإستعمال مواد تنظيف تدخل الصودا الكاوية فى تركيبها، بينما يمكن إستخدام هذه المواد فى تنظيف الصلب غير القابل للصدأ دون أن يحدث للمعدن تأثير، ويلاحظ أن الأحماض أقوى فى تأثيرها من ناحية تآكل الأسطح عن القلويات خصوصاً عند توافر الكلور.

٢- أن يكون لها القدرة على تيسير الماء أى تمنع ترسيب أملاح الكالسيوم والماغنسيوم الموجودة بالماء العسر على أسطح المعادن، كما تمنع (تفاعل) إختلاط هذه الأملاح مع متبقيات اللبن مكونة مايسمى باللبن المتحجر milk stones على أسطح الأواني، لذا قد يضاف إلى هذه المياه مايعرف بالمواد الحاجزة Sequesting agents أو بالمواد المحسنة لخواص الماء water conditioning وهذه المواد تمنع المعادن المسببة للعسر (كالسيوم - ماغنسيوم) من الترسب وتجعلها على هيئة معلق ميكروسكوبى لايؤثر على فاعلية المادة المنظفة.

٣- أن تحتوى مواد لها خاصية الترطيب أو التندية أو البلل (wetting agents) wetting ability وهى مواد تساعد المنظف أن ينفذ ويبلل القاذورات العالقة بالسطح المراد تنظيفه.

٤- أن يكون لها القدرة على الإستحلاب أى التفاعل مع الدهون وتكوين تصبن يسهل إزالة هذه الدهون من أسطح الأواني مما يسهل الغسيل.

٥- غير سام ولايترك شوائباً وغير مهيج لجلد القائمين بعملية التنظيف، مع سهولة التخلص منه بالشطف والغسيل وأن يكون إقتصادياً ومتوافر بالأسواق.

ويلاحظ أنه لا توجد مادة تنظيف يمكن بمفردها أن تعطى كل الخواص السابقة. لذا نجد أن جميع مواد التنظيف المستخدمة هي عبارة عن خليط من عدة مواد تعطى مجتمعة مع بعضها التأثير المنظف المطلوب.

تقسيم مواد التنظيف: يمكن تقسيم مواد التنظيف إلى الأقسام التالية:

١- منظفات قلوية: Alkaline detergents

وهي تقوم بإعطاء OH فى الوسط ولها القدرة على إذابة الدهن والبروتين كما لها فاعلية فى قتل الميكروبات وتختلف هذه الفاعلية باختلاف قلويتها ويبين الجدول (٣٦) أهم المنظفات القلوية:

جدول (٣٦) أهم المنظفات القلوية مميزاتها وعيوبها

المنظف القلوى	المميزات	العيوب
الصودا الكاوية ويستخدم بتركيز ٠,٢ - ٢ % (محلول ١ % pH ١٢)	أقوى المنظفات قدرة على قتل الميكروبات وإزالة اللبن المتحجر	١- صعوبة إزالتها من الأسطح ٢- تلف المواد الخشبية ٣- تأثيرها التآكل على الجلد والمعادن عدا الصلب غير القابل للصدأ
كربونات الصوديوم ٠,٢ % محلول ١ % pH ٩ - ١٠	إستحلاب الدهون وسهولة إزالتها	تأثيرها المطهر محدود فهي أقل فاعلية من NaOH
ميتاسليكات الصوديوم تستخدم بتركيز ٠,٠٢ - ٠,٠٥ %	لها خاصية ترطيب وبلل مما يساعد فى ١- إستحلاب الدهن ٢- سهولة إزالتها من الأسطح ٣- إعطاء لمعان للألات المصنوعة من الألمونيوم ٤- ليس لها تأثير تآكل على الأسطح المعدنية	لا تعتبر مادة تنظيف قائمة بذاتها لضعف قلويتها، لذا تضاف إلى مواد تنظيف أخرى لتحسن من صفاتها
فوسفات الصوديوم الثلاثية	١- إستحلاب الدهن ٢- سهولة إزالتها من الأسطح	ضعيفة فى قدرتها على إذابة اللبن المتحجر

٢- المنظفات الحمضية Acid detergents

ترجع فاعليتها إلى إطلاق H^+ وتستخدم بتركيز ٠,١٪، pH لها ٦,٥ - ٦,٨. وهي إما أحماض عضوية ضعيفة مثل حمض الخليك والستريك، أو أحماض معدنية مثل الفوسفوريك والنتريك والهيدروكلوريك. مميزاتهما: قدرتهما على إذابة بقايا أملاح الكالسيوم والماغنسيوم المترسبة على الأواني والتي تؤدي لتكون حجر اللبن نتيجة استخدام الماء العسر. عيوبها: لا ينصح باستخدامها لخطورتها على العمال كما أنها ذات تأثير تآكلي كبير.

٣- المنظفات المتعادلة Neutral detergents

ومن أمثلتها الصابون ومركبات الأمونيوم الرباعية وهي تتميز بقطبيتها لذا تذوب في الدهون ولها خاصية الترطيب كما أن لها تأثير مطهر.

٤- منظفات محسنة لخواص الماء Sequestering agents

ومن أمثلتها مادة فوسفات الصوديوم Sodium hexameta phosphate وترجع أهميتها في إذابة كربونات الكالسيوم وكذا جعل الكازين في صورة مفككة يسهل إذابته في محلول الغسيل.

ولكربونات الكالسيوم المتكونه على الأسطح المعدنية آثار غير مرغوبة، فهي تضعف من قوة المحاليل القلوية المستخدمة في التنظيف، وبالتالي تقلل من قيمة أو كفاءة عملية الغسيل. وهذه المنظفات تربط أملاح الكالسيوم والماغنسيوم في الماء العسر وتحوله إلى ماء يسر.

تكوين مستحضر التنظيف Formation of detergent

يجب أن يشتمل المستحضر المكونات الآتية:

- ١- مواد منتجة للقلوية خليط من كربونات الصوديوم وميتاسليكات الصوديوم بنسبة ٢ : ٣.
- ٢- مواد محسنة لخواص الماء (فوسفات الصوديوم Sodium hexameta phosphate)
- ٣- مواد مبللة أو مرطبة (مركبات الأمونيوم الرباعية).

طرق التنظيف

يمكن تلخيص طرق التنظيف فى معامل ومصانع الألبان فيما يلى:

١- التنظيف اليدوى: Manual cleaning methods

ويستخدم ذلك النظام فى وحدات الإنتاج الصغيرة حيث الأدوات والأجهزة صغيرة يسهل فكها وغسلها باليد. ونرتب خطوات الغسيل كما يلى:

أ- تفكك جميع الأجزاء والوصلات.

ب- الغسيل المبدئ بماء مقبول (مستساغ) حرارته ٢٠ - ٣٠ °م.

ج- الغسيل بالمنظفات بعد تحضيرها بالتركيز المناسب، وأن تكون درجة حرارة محاليل التنظيف ٤٠ - ٥٠ °م مع إستخدام الفرش المناسبة. ويستخدم المنظف القلوى لتصبين الدهن ونزع المواد الغريبة، والمنظف الحمضى لإزالة اللبن المتحجر ويستخدم المنظف الحمضى بانتظام فى اليوم الرابع بدلاً من المنظف القلوى، أى الغسيل ثلاثة أيام بالمنظف القلوى ثم يوم بالمنظف الحمضى على التوالى وعند إستخدام الماء العسر يراعى إضافة كربونات الصوديوم بنسبة ٠,٢ ٪ لمنع ترسيب أملاح الكالسيوم والماغنسيوم.

د- الشطف بماء فاتر لإزالة محلول التنظيف وكلما زادت حرارة ماء الشطف كان ذلك أفضل على أن يكون الماء المستخدم عالى الجودة.

هـ- التعقيم بمعقم مناسب لقتل الميكروبات (الغمر فى ماء ساخن أو التعقيم بالكيماويات).

٢- تنظيف الأجهزة خارج مكانها Cleaning out place (COP) method

أ- وفى هذا النظام توضع كل الأجزاء المفككة والمشطوفة مبدئياً (خطوة أ، ب من التنظيف اليدوى) فى تنك كبير مملوء بالماء الساخن (٨٠ °م) ثم تضاف الكميات المطلوبة من المنظفات وتدار دورة الغسيل لمدة ٣٠ د تحت ضغط.

ب- يتم التخلص من محاليل التنظيف إما فى البالوعات أو تجمع لأغراض التنظيف الأخرى.

ج- تشطف الأجزاء بتيار مستمر من الماء، ثم يتم التخلص من ماء الشطف ويتم التعقيم بمعقم مناسب.

٣- تنظيف الأجهزة فى مكانها Cleaning in - place method (التنظيف المركزى)

هذا النظام مصمم هندسياً لتنظيف أجهزة المصنع دون فك الأجزاء ومن مميزاته:

أ- تقليل تدخل العنصر البشرى فى عملية التنظيف وتوفير الأمان للعاملين بالمصنع.

ب- توفير الوقت وكمية المنظفات المستخدمة والبخار ومواد التعقيم.

ج- تحسين الناحية الصحية إذ يربط النظام بين الفعل الكيماوى للمنظفات والفعل الطبيعى لدوران المحاليل (الفيزيائى) وتعتمد كفاءة التنظيف بنظام التنظيف المركزى على دقة التحكم فى وقت المعاملة والحرارة ونوع المنظفات وتركيزها والفعل الفيزيائى للمحلول (سرعة سريانه ونوعية السريان) وهذا يعتمد على تصميم النظام واختيار المضخات المناسبة.

خطوات عملية التنظيف بطريقة التنظيف المركزى:

- ١- شطف الأنابيب جيداً بالماء النظيف بأسرع وقت ممكن بعد إنتهاء عملية التصنيع.
- ٢- غسل ونظافه زوايا الأنابيب المرتبطه والقطع المستخدمه فى الربط والحلقات المطاطيه بصورة جيده قبل إجراء التنظيف المركزى.
- ٣- تركيب مضخات وأنابيب التوصيل.
- ٤- إجراء عمليات التنظيف والتطهير لكل دورة من CIP حسب توصيات منتجى الأجهزة ومواد التنظيف.

٢- التعقيم (التطهير)

تعرف المطهرات بأنها مواد تستخدم لتقليل الحمل الميكروبي المتبقى على الأسطح بعد غسلها وشطفها أو القضاء عليها. وفى هذا المجال توجد عدة تعريفات:

Antimicrobial agents: مواد تؤدي إلى قتل أو تثبيط الكائنات الحية الدقيقة.

Bactericidal: مواد تؤدي إلى قتل البكتريا.

Sporicidal: مواد تؤدي إلى القضاء على الجراثيم.

Sterilizers: مواد تؤدي إلى القضاء على الخلايا الحية أى كان نوعها فى الوسط.

Saintizers: مواد تؤدي إلى خفض الحمل الميكروبي إلى الحد الآمن للصحة العامة.

Antispetics: مواد تستخدم لمنع التلوث عن طريق قتل أو تثبيط نمو الميكروبات المرضية.

Bacteriostatic: مواد تمنع نمو البكتريا ولكن لاتقضى عليها.

Fungistatic: مواد تمنع نمو الفطريات ولكن لاتقضى عليها.

العوامل المؤثرة فى عملية التطهير: يتوقف تأثير المواد المطهرة على:

١- الحمل الميكروبى ٢- نوع الميكروب

٣- مدة التعرض للمطهر ٤- درجة الحرارة

٥- الوسط الموجود به الميكروب خاصة ما بالوسط من مواد عضويه

وسائل التعقيم

يتم التعقيم إما بإستعمال المواد الكيميائية أو بالحرارة وتسمى التعقيم بالحرارة بإسم التعقيم الطبيعى Physical sterilization كما تستخدم الأشعة المؤينه وفوق البنفسجية فى التعقيم.

عيوب التعقيم الحرارى	مميزات التعقيم الكيماوى
١- صعوبة الوصول والحصول على درجة الحرارة المطلوبه	١- تعمل على قتل الميكروبات بسرعة
٢- صعوبة نقل الأوانى المعقمة إلى حجرة التخزين	٢- لاتحتاج لأماكن خاصة (إقتصادية)
٣- الإحتياج إلى أماكن خاصة ومولدات للمياه الساخنة (غير إقتصادية)	

أنواع التعقيم الحرارى:

البخار steam - الماء المغلى boiling water - الماء الساخن hot water - الهواء الساخن hot air.

أنواع التعقيم الكيماوى: مركبات الكلور - مركبات اليود - مركبات الأمونيوم الرباعية.

انواع التعقيم بالأشعة: الأشعة المؤينه - الأشعة فوق البنفسجية.

أ- التعقيم الحرارى (التعقيم الطبيعى Physical sterilization)

ويبين الجدول (٣٧) مقارنة بين طرق التعقيم الحرارى (الطبيعى) المختلفة.

جدول (٣٧) مقارنة بين طرق التعقيم الحرارى (التعقيم الطبيعى) Physical sterilization

التعقيم بالبخار	التعقيم بالماء المغلى	التعقيم بالماء الساخن	التعقيم بالهواء الساخن
مناسبة لتعقيم الأقسام وخطوط المواصلات وخزانات اللبن. توضع الأواني مقلوبة داخل كابينة أو فوق نافورة بخار - درجة الحرارة ١٠٠ م° / ٥ - ١٠ د. كفاءتها عالية	يستخدم بحرارة ١٠٠ م° / ١٠ د له تأثير الفوران - بعد التعرض للبخار يصرف البخار وتجفف الأواني	تغمر الأواني فى ماء ساخن ٩٣ م° / ٥ د. كما يستخدم لتطهير الأماكن المغلقة كخزانات اللبن المبستر	توضع الأواني فى كابينة خاصة بها تيار من الهواء الساخن حرارته ٨٢ م° / ٢٠ د

ملاحظة:

١- من طرق التعقيم بالبخار (التعقيم فى الأتوكلاف تحت ضغط، التعقيم بالبخار المتقطع) ويرجع التأثير القاتل للبخار إلى تكسير أو هدم الأحماض النووية فى الخلية وتغيير فى طبيعة الإنزيمات وبروتينات الخلية والتأثير على الجدار الخلوى. ويعاب على البخار أن تكرر إستخدامه يؤدى إلى:

- إفساد دهانات الحيطان والمعدات.
- الضوضاء.
- التدهور السريع للخرائط المطاطية.
- إضعاف اللحامات.
- فقد كثير من الطاقة نتيجة التسرب من الصمامات غير المحكمة.

٢- التعقيم بالماء المغلى لا يؤدى إلى القضاء الكامل للميكروبات ولذلك فهو يستخدم للتطهير وليس للتعقيم ويستخدم فى الأجهزة والأوعية.

٣- التعقيم بالحرارة الرطبة تؤدى إلى قتل البكتريا والفطر والفيروسات وتستخدم لتعقيم البيئات.

٤- التعقيم بالهواء الساخن (الحرارة الجافة) تستخدم فى تعقيم الأدوات الزجاجية، ويرجع تأثيرها القاتل إلى أكسدة مكونات الخلية وترسيب أو تغيير طبيعة بروتينات الخلية.

ب- التعقيم بالأشعة: وتشمل

١- الأشعة المؤينة: من أمثلتها أشعة جاما وأشعة X وهى ذات طول موجى قصير ولها قدرة عالية على الإختراق وتؤدى إلى قتل الميكروبات والخلايا الخضرية ولكن لا تؤثر على الفيروسات.

٢- الأشعة فوق البنفسجية: الأشعة ذات طول موجى ٢٥٠ - ٢٦٠ mm (طول موجى قصير) تؤدى لقتل معظم البكتريا إذ تؤثر على الحمض النووى DNA فى الخلية. الأشعة ذات طول موجى أقل من ٢٠٠ mm يتولد عنها غاز الأوزون ويزيد من كفاءة التعقيم ولكنه ذو تأثير ضار على الصحة.

ويلاحظ أن الأشعة فوق البنفسجية لا تخترق الأسطح القذرة، الزجاج، الماء ولذلك فهى تستخدم فى حالات معينة كما أنها تسبب ضررا للعين والجلد.

ج - التعقيم بالكيماويات

يوضح الجدول (٣٨) مقارنة بين بعض الكيماويات المستخدمة فى التعقيم فى معامل الألبان.

جدول (٣٨) التعقيم بالكيماويات:

مقارنة بين بعض الكيماويات المستخدمة في تعقيم أدوات وأجهزة معامل الألبان

وجه المقارنة	مركبات الكلورين	مركبات اليود	مركبات الأمونيوم الرباعية
التركيز المستخدم	تستخدم بتركيز ٢٠٠ - ٣٠٠ جزء / مليون ٢٤ م° / ٥ د	تستخدم بتركيز ١٢,٥ - ٢٥ جزء / مليون ٤٣ م°	تستخدم بتركيز ٢٠٠ - ٤٠٠ جزء في المليون ٢٤ م° / ١٥ د
إستخداماتها	تطهير مياه الشرب - حمامات السباحة - أرضية مصانع الأغذية والألبان	تطهير أجهزة معامل الألبان والأواني ومطهر للجلد	تطهير أواني وأجهزة مصانع الألبان - منظف ومادة ترطيب ومادة إستحلاب
من أمثلتها	هيبوكلوريت Ca, Na وغاز الكلور ومركبات الكلور العضوية مثل Chloamine T, Chloramine dioxide	الأيودوفور iodophore يوديد بوتاسيوم كلورامين ت Chloramine T- potass. iodide	
تأثيرها	قتل الخلايا الخضرية البكتيرية والفطر دون الجراثيم حيث ينطلق حمض الهيبوكلوروس ثم O ₂ Hypochlorite solution + H ₂ O ↓ Hypochlorous acid ↓ Hypochloric + free O ₂	أكسدة الخلايا البكتيرية	تؤثر على البكتريا الموجبة لجرام أكثر من السالبة مما يؤدي لخفض البكتريا المقاومة للحرارة thermodurics
مميزاتها	ذات كفاءة تعقيم عالية فهي فعالة في إبادة البكتريا - لا تتأثر بالماء العسر سوى هيبوكلوريت	- لا تسبب حساسية - لا تسبب تآكل - غير سامة - تستطيع الكشف عن	- لا تسبب تآكل - لاتهيج الجلد - عديمة اللون والطعم والرائحة - غير سامة - لها قدرة

وجه المقارنة	مركبات الكلورين	مركبات اليود	مركبات الأمونيوم الرباعية
	الكالسيوم الذى يكون غشاء على سطح الأوانى - رخيصة	البن المتحجر فتكسبه لون بنى مرئى	إختراق عالية وإبادة للميكروبات. ثابتة وتترك غشاء مبيد على الأسطح المعالجة يمنع نمو الميكروبات فترة حفظها حتى الإستخدام
عيوبها	لها تأثير تآكل على الألمونيوم والنحاس. ولتقليل التآكل ينصح بإضافة مركبات مانعة للتآكل corrosive inhibitors مثل فوسفات الصوديوم، كبريتات الصوديوم وساليسيلات الصوديوم (0.2 - 0.5%) يقل تأثيرها فى وجود البقايا العضوية نظراً لإستهلاك O ₂ - لها تأثير ضار بالصحة والجلد والجهاز التنفسى - لها رائحة قوية خاصة العضوية	يقل تأثيرها فى وجود البقايا العضوية - مكلفة - قد تؤدى إلى صبغ الأسطح - قلة تأثيرها على البكتريوفاج - نحتاج لتركيز مرتفع منها لقتل الجراثيم	إرتفاع ثمنها عن مركبات الكلورين - يقل تأثيرها فى وجود المواد العضوية

طرق تعقيم أجهزة وأدوات مصانع الألبان

أ- طريقة الدوران:

وتستخدم فى تعقيم المضخات والمواسير والمبردات حيث يستخدم محلول تعقيم بتركيز ٢٠٠ جزء / مليون لمدة ٥ د.

ب- طريقة الإنغماس:

وتستخدم للأدوات والأواني الصغيرة حيث تغمس فى محلول تعقيم ٢٠٠ جزء / مليون لمدة ٥ د.

ج- طريقة الفرشاه:

وتستخدم فى أحواض الجبن والهزازات والأوعية المفتوحة مع محلول تعقيم ٤٠٠ جزء / مليون.

د- طريقة الضباب:

وتستخدم فى الصهاريج المغلقة والخزانات بإستخدام أجهزة خاصة تدفع الضباب على هيئة بخار دقيق يتراكم على الأسطح ثم يتم الغسيل بماء نظيف والضباب المستخدم من محلول تعقيم ٥٠٠ جزء / مليون.

ملحوظة:

تعالج الخضاضات قبل خض القشدة بمحلول تعقيم ١٠٠ - ٢٠٠ جزء / مليون من مركبات الكلور لمدة ١٠ - ٥ د مع إستخدام ماء ساخن بالتبادل مع محلول التعقيم.

خطوات تنظيف وتعقيم المعدات والأواني

١- الشطف بماء بارد لإزالة بقايا اللبن

٢- الغسيل بمحلول تنظيف مناسب

٣- الشطف لإزالة بقايا المنظف

٤- التعقيم بطريقة مناسبة

٥- الحفظ بطريقة تضمن تجنب التلوث

ثانياً: تقليل الحمل الميكروبي للبن ومنتجاته

١- التبريد والمعاملات الحرارية

إن درجة حرارة اللبن بعد حلبه مباشرة هي الحرارة المثلى لنمو أكثر أنواع الميكروبات سواء مرضية أو مسببة للفساد، لذلك يجب خفض درجة حرارة اللبن بعد حلبته مباشرة لدرجة حرارة توقف فاعلية هذه الميكروبات، وتعتبر درجة حرارة ٥ - ١٠ م درجة ملائمة لهذا الغرض. ولا تقضى عملية التبريد على البكتريا ولكنه يوقف نشاطها وتكاثرها خاصة إذا كان التبريد مفاجئ بعد الإنتاج.

ولما كان التبريد لا يقضى على خطر الميكروبات الملوثة للبن لذا كان من الضروري تعرض اللبن لمعاملات حرارية كفيلة بالقضاء على الميكروبات خاصة المرضية ومعظم الميكروبات الأخرى والتي قد تسبب فساد اللبن ومن هذه المعاملات الحرارية.

أ- البسترة Pasteurization

وهي معاملة حرارية تستخدم فيها معدات تتحكم في الحرارة والمدة التي يتعرض لها اللبن، وتخضع لمتطلبات قانونية من حيث المعدات وإجتياز اللبن المبستر لبعض الاختبارات.

ولما كان ميكروب السل هو أكثر الميكروبات المرضية تحملاً للحرارة فقد إتخذت درجات الحرارة والمدة اللزمتين للقضاء على هذا الميكروب كحد أدنى لتلك المعاملة. ويوضح الجدول التالى (٣٩) العلاقة بين درجات الحرارة ومدة التسخين اللازمه للقضاء على هذا الميكروب فى اللبن.

جدول (٣٩) العلاقة بين درجات الحرارة ومدة التسخين اللازمه للقضاء على ميكروب السل باللبن

درجات الحرارة	١٤٠ ف (٦٠ م)	١٥٠ ف (٦٥,٥ م)	١٦٠ ف (٧١,١ م)
المدة التى يقتل فيها الميكروب	١٥ د	٥ د	١٢ ث

ملحوظة: تستخدم بكتريا Coxiellaburnetti كدليل ميكروبي فى تحديد كفاءة عملية البسترة فهو أكثر مقاومة لحرارة البسترة عن بكتريا السل.

وللتأكد من قتل الميكروب (السل) لا تستعمل في البسترة درجات حرارة أقل من $62,8^{\circ}\text{C}$ (145°F) لمدة 30 د أو $71,5^{\circ}\text{C}$ (161°F) لمدة 15 ث والأولى تعرف بطريقة الحجز أو الإمساك Holding method والثانية تعرف بطريقة الحرارة العالية لوقت قصير High temperature short time (HTST) وكلتا الطريقتين مسموح بها ولها تقريباً نفس التأثير.

i- طريقة الحجز أو الإمساك Holding method

تعتبر أقدم الطرق المستخدمة في البسترة وفيها ترفع درجة حرارة اللبن إلى $62,8 - 65,5^{\circ}\text{C}$ ($145 - 150^{\circ}\text{F}$) ويحجز اللبن في هذا الحيز من الحرارة لمدة 30 د على الأقل ثم يبرد فجائياً لدرجة حرارة تقل عن 10°C (50°F) ويجرى التسخين في هذه الطريقة على دفعات Batches في أحواض خاصة مزدوجة الجدران ومزودة بمقلبات.

ii- طريقة الحرارة العالية لوقت قصير (HTST)

وفيها يسخن اللبن لدرجة حرارة ما بين $71,5 - 72^{\circ}\text{C}$ ($161 - 162^{\circ}\text{F}$) لمدة 15 ث ثم يبرد فجائياً لدرجة حرارة لا تزيد عن 10°C (50°F). وأهم ما يجب ملاحظته في هذه الطريقة هو عدم إختلاط اللبن الخام باللبن المبستر في قسم التبادل الحراري بالجهاز منعاً من تلوث الأخير. هذا بالإضافة إلى ضرورة ضبط صمام تحويل اللبن، وكذا سرعة مرور اللبن المسخن داخل أنبوبة الحجز بحيث يستغرق مدة 15 ث على الأقل لضمان كفاءة العملية.

ب- الغلي Boiling

والغلي ما هو إلا بسترة شديدة حيث ترفع درجة حرارة اللبن إلى نحو 100°C ، ومازالت هذه الطريقة متبعة في بعض المناطق لحفظ اللبن بالمنزل وفي هذه الطريقة يفضل إجراء العملية في حمام مائي وليس على اللهب مباشرة مع الاستمرار في الغلي والتقليب لعدة دقائق ثم يبرد وعاء اللبن سريعاً بغمره في ماء بارد.

ج- التعقيم Sterilization

والطريقة المتبعة حالياً في هذا الشأن هي الطريقة المسماة بالتسخين فوق العالي Ultra high temperature (UHT) وفيها يسخن اللبن إلى $135 - 140^{\circ}\text{C}$ لمدة 2 ث تقريباً باستخدام البخار المطلوب.

٢- الوسائل الميكانيكية

من الوسائل الميكانيكية المتبعة لتقليل الحمل الميكروبي للبن: الطرد المركزى - الترشيح الدقيق - الضغط العالى.

أ- تقليل الحمل الميكروبي للبن بالطرد المركزى Bactofugation
أو bacterial centrifugation

وهى عملية لإزالة البكتيريا بفعل الطرد المركزى وتتوقف عملية الإزالة على درجة الحرارة والقوة المستخدمة (عادة تعادل ٨٥٠٠ مرة قوة الجاذبية الأرضية) كما تتوقف على كثافة الميكروبات فمثلاً.

Clostridium butyricum	Aerobic spores	Vegetative bacteria
١,٣٣ جم / سم ^٣	١,٣٠٢ جم / سم ^٣	١,٠٧ - ١,١٢ جم / سم ^٣

وعليه فهى فعالة فى إزالة البكتيريا عالية الكثافة مثل الجراثيم spore formers والخلايا الكبيرة الحجم. وفى هذه الطريقة تتناقص الحمولة البكتيرية للبن خلال الدقائق القليلة الأولى عند تمريره فى الجهاز. ويدور الجهاز بمعدل ٢٠,٠٠٠ دورة فى الدقيقة عند درجة حرارة حوالى ٧٠ °م حيث يزال من اللبن حوالى ٩٠٪ من الحمولة البكتيرية ثم يؤخذ اللبن ليمر فى جهاز طرد مركزى بكتيرى آخر فيزيل ٩٠٪ من الحمولة البكتيرية المتبقية (١٠٪) وبهذا تكون الإزالة بمعدل ٩٩٪. ويلاحظ أن إزالة حوالى ٩٩٪ من حمولة اللبن البكتيرية قبل بسترته تكون ذات أثر كبير خاصة فى المناطق التى تزيد فيها الحمولة البكتيرية عن ٢٠ مليون خلية / مل.

ب- استخدام الضغط العالى فى تقليل الحمل الميكروبي للبن Pressurization

تعريف تكنولوجيا الضغط المرتفع فى التصنيع الغذائى:

هى العملية التى تتعرض فيها المادة الغذائية المعبأة فى عبوة مغلقة مرنة لضغط يتراوح ما بين ٥٠ - ٦٠٠ Mpa لمدة تتراوح من عدة ثوان إلى عدة ساعات وحرارة من ٤ - ٩٠ °م وفى أوعية ضغط سميكة الجدر إسطوانية الشكل مصنوعة من الصلب تسع من بضع ملليمترات إلى عدة أمتار مكعبة، ويتم ضغط وسط الانتقال فيها

بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. ويحدث إرتفاع فى الحرارة أثناء المعاملة لأكثر من ٣ °م لكل ١٠٠ Mpa بينما يقل هذا الإرتفاع فى الحرارة تدريجياً بإزالة الضغط Depressurization ويتم التحكم فى هذه الحرارة داخل المعدات المستخدمة لهذا الغرض بإستخدام المياه المحيطة بهذه المعدات.

ومن المميزات التى تميز معاملة الضغط العالى عن المعاملة الحرارية هو أن تأثير الضغط يعتمد على قاعدة باسكال حيث يصل تأثير الضغط لكل أجزاء المادة المعرضة له بعكس الحرارة والتى قد لاتصل لجميع أجزاء الغذاء بنفس المعدل.

نظرية الضغط المرتفع ودوره فى تثبيط نشاط الميكروبات

Theory of high pressure for microbial destruction

يؤدى تعرض الغذاء لضغط مرتفع إلى تكسير الروابط غير التساهمية non covalent bonds دون تأثير أو تأثير ضعيف جداً على الروابط التساهمية covalent، وهذا يؤدى إلى تمزق البناء الثانى والثالث بكسر الروابط الأيدروجينية وكذا الروابط الكارهة للماء (كلها روابط غير تساهمية) للجزيئات الكبيرة كالبروتينات والأحماض النووية والسكريات العديدة ممايثبط نشاط العديد من الميكروبات ويحد من نشاط بعض الأنزيمات، أما الجزيئات الصغيرة الحجم مثل الجزيئات المستولة عن اللون والنكهة وكذا الفيتامينات فلا تتأثر بالضغط العالى. ويرجع تثبيط الميكروبات بفعل الضغط العالى لما يأتى:

- ١- حدوث تغير فى طبيعة بروتين الخلية غير عكسى مما يؤدى لتلفه وتغيير خاصيه نفاذيته وبالتالي حدوث رشح للمواد الخلويه، اذ تفقد معظم هذه المواد على ضغط حوالى ٤٠٠ Mpa.
- ٢- حدوث خلل فى التوازن فى الخط الوسطى الفاصل بين الجدار الخلوى وسيتوبلازم الخلية مما يؤدى إلى انفصال جدار الخلية عن غشائها السيتوبلازمى. بجانب إنضغاط الفجوات الغازيه وإنهيارها.
- ٣- تمزيق الجدار النووى لذا نجد الميكروبات مميزة النواه eucaryotic (لها جدار نووى) كالفطر والخميره اكثر حساسية للضغط عن غير مميزة النواه (Procaryotic) (ليس لها جدار نووى) كالبكتريا والطحالب.
- ٤- تغير فى طبيعة الريبوسومات مما يعطل من تخليق البروتين.

وبصفه عامة فقد لوحظ أن البكتريا السالبة لجرام أكثر حساسية من الموجهه لجرام كما أن البكتريا العصوية القصيرة أكثر حساسية من الكروية. وقد يرجع حساسية البكتريا السالبة لجرام لتأثير الضغط العالى مقارنة بالموجهه لجرام إلى زيادة سمك وصلابة جدر الموجهة إذ تمثل طبقة الميوسين mucin فى الموجهة ٩٠٪ من الوزن الجاف من جدار الخلية بينما لا تمثل هذه الطبقة أكثر من ١٠٪ فى حاله البكتريا السالبة.

كما وجد أن لنوع الوسط (البيئة) الموجود بها الميكروب له تأثير على المعاملة نفسها فمثلاً بكتريا *L. monocytogenes* يكون تأثيرها عالٍ فى محلول منظم Buffer عن تأثيره فى وسط اللبن المحتوى مواد (دهن - بروتين - كربوهيدرات) قد تحمى الخلايا البكتيرية من تأثير الضغط.

ويلاحظ أن الجراثيم البكتيرية أكثر مقاومة للضغط فرغم أن ضغط عالٍ ١٠٠ Mpa يثبط كثير من الخلايا الخضرية فإن الجراثيم البكتيرية يمكن أن تقاوم ضغط يصل إلى ١٢٠٠ Mpa وقد يرجع ذلك لسمك غلافها. ورغم ذلك فقد وجد أن ضغط ١٠٠ - ٣٠٠ Mpa له تأثير واضح فى تثبيط بعض جراثيم البكتريا مثل *Bacillus* وقد يرجع ذلك إلى تشويهاها بحيث لا يكون لها القدرة على التحول للصورة الخضرية. كما يلاحظ أيضاً أن الضغط لا يثبط الجراثيم بحالتها الساكنة ولكنه يدفعها للإنبات أولاً فالخلايا الخضرية أكثر حساسية للضغط عن الجراثيم نفسها، وتتوقف نسبة الإنبات على نوع الميكروب والبيئة ودرجة الحرارة، فقد وجد فى جراثيم بعض أنواع من جنس *Bacillus* أنه بضغط ٢٥ Mpa وحرارة ٥٠ م ولمدة ٣٠ د أدى لإنبات ٥٠ - ٦٤٪ من هذه الجراثيم ويزداد الإنبات الحادث من هذه الجراثيم تحت نفس الظروف فقط مع وجود *L. alanine*. (الحمض الأمينى الانين اليسارى).

وقد وجد أنه لى نحصل على لبن يماثل فى مدة حفظه للبن المبستر حرارياً (١٠ يوم / ١٠ م°) يجب تعريضه لضغط لا يقل عن ٤٠٠ Mpa / ١٥ د، أو ٥٠٠ Mpa / ٣ د.

ولكن مع إمكانية إطالة فترة صلاحية اللبن بالضغط السابق إلا أن بعض السلالات المرضية مثل *Staphylococcus aureus* , *Listeria monocytogenes* يكون لها بعض

المقاومة وقد لا تتأثر بالضغط العالي كما أن بعض سلالات *E. coli* تتأثر بصورة ضعيفة على ٦٠٠ Mpa / ٣٠ د وهذا يعنى أنه مع المعاملة بالضغط العالي فقط تبقى بعض الميكروبات والتي تنمو ببطء على حرارة الثلاجة.

ولقد وجد أن التأثير (التثبيط) البكتيرى بالضغط العالي يمكن أن يزداد بإجراء معاملة تجمع بين الضغط العالي وأى معاملة أخرى كالمعاملة الحرارية أو تكرار الضغط أو المعاملة بالأنزيمات المحللة للخلايا قبل المعاملة بالضغط.

ج- إستخدام الترشيح الدقيق فى تقليل الحمل الميكروبى Microfiltration

وفيهما تستخدم أغشية تحجز الجزيئات التى يزيد حجمها عن ٠,١ ميكرون وهذه تشمل البكتيريا وحببيات الدهن، وفى هذه الطريقة يفرز اللبن أولاً، ويمرر اللبن الفرز فى الجهاز فتمر بروتينات اللبن والجزيئات الأصغر حجماً مع الماء، وتحجز حببيات الدهن والخلايا الجسمية، ويعامل المحتجز retentate بالبسترة أو التعقيم ويضاف إلى اللبن الفرز (permeate) كما تبستر القشدة وتضاف اللبن الفرز بالنسبة المطلوبة، وتخفض هذه المعاملة الحمل البكتيرى فى اللبن الخام بمعدل ٩٩,٧٪.

٣- المعاملة بالإشعاع والذبذبات فوق الصوتية والتيار الكهربائى

ومعظم هذه الطرق لا تستخدم على نطاق تجارى فى مجال الألبان لمعالجة اللبن أو منتجاته ولكن قد تستخدم بعضها فى تعقيم جو المصنع.

أ- المعاملة بالإشعاع The irradiation

تعريف الإشعاع Definition of irradiation

هو طريقة من طرق حفظ الأغذية بدون إستخدام الحرارة لذلك يطلق عليها Cold process ويقوم الأشعاع بتقليل الحمل الميكروبى وقتل الحشرات.

الجرعات الإشعاعية Irradiation dose

الجرعة الإشعاعية هى كمية الطاقة الممتصة أثناء التعرض لمصدر مشع فى فترة زمنية محددة وتقاس بوحدة تسمى Gray.

والوحدة من Gray تعبر عن إمتصاص ١ جول من الطاقة لكل ١ كجم مادة غذائية.

وتقسم عملية الإشعاع تبعاً للجرعة المستخدمة فى الإشعاع إلى:
أ- Radappertization حيث تستخدم جرعة عالية (٣٠ - ٥٠ KGy) وتستخدم للقضاء على الميكروبات.

ب- Radicidation حيث تستخدم جرعة متوسطة (١ - ١٠ KGy).

ج- Radurization حيث تستخدم جرعة منخفضة (٠,٤ - ٢,٥ KGy).

وتستخدم الجرعات المتوسطة والمنخفضة فى الأغذية المجمدة للقضاء على البكتريا المرضية غير المتجرثمة مثل *Listeria*, *Salmonella* وكذا فى تقليل الحمل الميكروبى، وتعتبر هاتان الجرعتان متكافئة مع البسترة الحرارية، ولكن فى هذه الطريقة يتم القتل للميكروبات دون مشاركة الحرارة لذلك يطلق عليه البسترة الباردة Cold pasteurization.

تأثير الإشعاع على الكائنات الحية الدقيقة Effect on microorganisms

يعمل الإشعاع على حدوث تغيير فى تركيب غشاء الخلية كما يؤثر على نشاط إنزيماتها كما يعمل على هدم DNA, RNA فى نواة الخلية الميكروبية وبذلك يعوق إنقسام ونمو الخلايا، ويتوقف معدل القضاء على الخلايا الميكروبية وكذا الجرعة المستخدمة على:

- ١- معدل إنتاج الأيونات التى يتم عن طريق الإشعاع ومدى تفاعلها مع DNA.
 - ٢- مدى مقاومة الكائنات الحية الدقيقة للإشعاع فنلاحظ أن للفيروسات قدرة على مقاومة الإشعاع (حسب الفترة الزمنية وشدة التعرض للإشعاع)، فى حين أن الخلايا الخضرية والجراثيم أقل مقاومة عن الفيروسات، بينما تعتبر مقاومة كل من الفطريات والخمائر والطفيليات ضعيفة ولا تتحمل الجرعات العالية من الإشعاع.
- ويلاحظ ان أغلبية البكتريا تموت عند التعرض لجرعات تتراوح بين ٣ - ١٠ KGy وهذه الجرعة كافية للقضاء على *Salmonella typhimurium* كما يلاحظ أن البكتريا المقاومة لدرجة الحرارة العالية تقاوم فعل الإشعاع.

ب- المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء

لتعريض اللبن للأشعة فوق البنفسجية ultra violet ($\sim 2700^\circ\text{A}$) تأثير مماثل لعملية البسترة ويرجع التأثير المبيد لهذه الأشعة إلى ما تحدثه من تغيرات في طبيعة بروتينات الخلية الميكروبية ومركباتها الخلوية. ورغم ما قد تظهر هذه المعاملة من طعم محروق إذا لم تتخذ الاحتياطات اللازمة لذلك إلا أن هذه المعاملة تساعد على زيادة ما يحتويه اللبن من فيتامين D.

وهناك أبحاث أجريت بأجهزة يطلق عليها Actinator لمعاملة اللبن تجمع في تأثيرها بين فعل الأشعة فوق البنفسجية في زيادة ما يحتويه اللبن من فيتامين D وفعل الأشعة تحت الحمراء infra red (27400°A) لإبادة الميكروبات، حيث يمرر اللبن في هذه الطريقة في أنابيب تسمح بتعريضه للأشعة في طبقة رقيقة تضمن تعريض جميع الخلايا لفعل الإشعاع كما أن الأشعة الحمراء والمنطلقة بسرعة شديدة ($3 \times 10^\circ\text{كجم / ث}$) تولد حرارة تكفي لقتل البكتيريا خلال 1 - 6 ث على أن يعقب تلك المعاملة تبريد اللبن بسرعة بتمريره في مبادل حراري عالي الكفاءة.

ج- المعاملة بالذبذبات فوق الصوتية

من التجارب لوحظ أن استعمال الذبذبات فوق الصوتية (ترددتها 8900 ذبذبة / ث) مصحوبة بالتعرض لدرجة حرارة 40 - 50 °م يؤدي لقتل معظم الخلايا الخضرية باللبن.

د- استعمال التيار الكهربائي المتناوب

استعمال التيار الكهربائي المتناوب مع اللبن أو القشدة كان له أثر مفيد في تقليل العدد الميكروبي

٤- استخدام المواد الحافظة (الكماويات والمضادات الحيوية)

رغم أن معاملة اللبن والمنتجات اللبنية بالمواد الكيماوية أو المضادات الحيوية كوسيلة للحد من الحمل الميكروبي لهذه المنتجات يسمح به في أماكن مختلفة من العالم بنسب محددة فإن بعض الدول تحرم استخدام بعض هذه المواد. ومن الكيماويات المستخدمة في هذا المجال:

- أ - فوق أكسيد الأيدروجين
ج - النترات والنتريت
هـ - مضادات حلم الجبن
ب - نظام البيروكسيديز
د - مضادات الفطر
و - المضادات الحيوية

٥ - استخدام التكنولوجيا الحيوية Biological technology

نظراً للاتجاه العام نحو التحذير من استخدام المواد الكيماوية كمواد حافظة، فقد إتجهت الأبحاث إلى التركيز على استخدام نواتج التمثيل الطبيعية لبعض أنواع منتخبة من البكتريا أو البكتريا نفسها لتثبيط نشاط ميكروبات غير مرغوبة، ولما كانت نواتج التمثيل هذه عبارة عن مواد حيوية (بيولوجية) فقد يطلق على طريقة استخدامها اسم التكنولوجيا الحيوية. ومن نواتج التمثيل هذه ما يسمى بالبكتريوسينات Bacteriocinis.

ويرجع إكتشاف البكتريوسينات لعام ١٩٢٥ عندما لوحظ تثبيط ميكروب *E. coli* بواسطة ميكروب *E. coli v*، وسميت المواد التي ينتجها الميكروب الثاني بإسم Colicins وعموماً يسمى البكتريوسين بإضافة المقطع cin إلى إسم الجنس (وهو الأكثر شيوعاً) أو إسم نوع البكتريا المنتجة له فمثلاً:

الميكروب	البكتريوسين
<i>E. coli</i>	Colicin
<i>Staph. aureus</i>	Staphylocin
<i>Listeria monocytogenes</i>	Monocin

خواص البكتريوسينات :

١ - مواد بروتينية Proteinaceous تخلق في الريبوسومات، وبعضها عبارة عن بلازميدات مثل Colicin الذي تفرزه *E. coli*. وبعضها مسئول عنها جين محمول على الكروموسوم مثل helviticin والذي تنتجه *L. helveticus*.

ملحوظة: الريبوسوم: أجسام على شكل حبيبات متناهية الصغر قطرها ~ ٢٠ nm تتركب أساساً من البروتين rRNA وتعتبر مركز تصنيع البروتين في الخلية، وتوجد على الأسطح المحيطة للشبكة الإندوبلازمية



ملحوظة: البلازميد: عناصر وراثية غالباً ماتوجد فى كل نوع من الخلايا البكتيرية، وهى توجد مستقلة داخل الخلية البكتيرية، وتتناسخ ذاتياً منفصلة تماماً عن الكروموسوم الرئيسى للخلية البكتيرية.

٢- لها تأثير قاتل أو مثبط لسلالات أخرى ولكن ليس لها القدرة على قتل الخلايا المنتجة لها وقد يرجع ذلك إلى:

أ- أن الميكروب المنتج للبكتريوسين يحمل جينات مسئولة عن إنتاج بروتينات للمناعة بجانب جينات إنتاج البكتريوسين.

ب- أو يحدث أثناء تخليق البكتريوسين أن ينشطر إلى جزئين:

- بكتريوسين نشط يفرز خارج الخلية وهذا يعمل إما على نطاق ضيق من الميكروبات أو نطاق واسع حيث يثبط أطياف كثيرة من الميكروبات.

- بروتين مناعة تحتفظ به الخلية البكتيرية المنتجة للبكتريوسين وهو متخصص فقط لنوع البكتريا المفترسة للبكتريوسين.

ميكانيكية التأثير القاتل أو المثبط للبكتريوسين:

يوجد على سطح الخلية الميكروبية الحساسة للبكتريوسين مستقبلات متخصصة، وهى عبارة عن مواد بروتينية وفوسفوليبيدية، وهذه المستقبلات يرتبط بها البكتريوسين، إذ غالباً ما يحتوى البكتريوسين منطقة من الأحماض الأمينية القاعدية (حاملة لشحنة موجبه) وهذه تتفاعل الكتروستاتيكياً مع الشحنات السالبة الموجودة على فوسفوليبيدات جدار الخلية. ويلاحظ أن لكل بكتريوسين مستقبل خاص، وبعد إرتباط البكتريوسين بسطح الخلية ينتقل البكتريوسين أو جزء منه خلال الجدار إلى الداخل والذى ينتقل عادة هو النهاية الطرفية الأمينية ثم تنتقل النهاية الكربوكسيلية ويقال أن الفعل المميت للبكتريوسين يرجع إليها. وفى بعض الحالات قد يكون بروتين المناعة ضرورى لربط البكتريوسين بالخلايا الميكروبية الحساسة له، وبمجرد الإرتباط ينطلق بروتين المناعة إلى البيئة ليحمى البكتريا المنتجة للبكتريوسين (بعمل نشاط بروتينى للمستقبلات) ورغم غموض ميكانيكية (آلية) إدخال البكتريوسين، ومروره خلال غشاء الخلية الحساسة له، إلا أن العملية يبدو أنها تحدث على مراحل ثلاثة:

الأولى: إرتباط البكتريوسين بمستقبل خاص على سطح الخلية.

الثانية: إقتحام البكتريوسين لغشاء الخلية وإنتقاله خلالها.

الثالثة: هو قتل الخلية والذى قد يحدث إما:

أ- نتيجة للتقوب التى تكونها البكتريوسينات فى جدار الخلية الميكروبية الحساسة له مما يقلل من القوة الكامنة فى غشائها ويزيد من نفاذية الغشاء لأيونات السائل الخلوى مثل أيونات البوتاسيوم، أى تعتبر الثقوب قنوات أيونية Ion channels تتسرب منها أيونات الخلية إلى الخارج.

أو ب- يحدث ذلك نتيجة دخول البكتريوسين إلى سيتوبلازم خلية الميكروب الحساس له، وقيامه بتحليل DNA, RNA أى يعمل البكتريوسين كإنزيمات DNase, RNase فيثبط تخليق البروتين.

أو ج- قد تحدث هذه البكتريوسينات من البداية تحلاً لغشاء الخلية Lysis ولكن هذا نادراً.

ويختلف نشاط البكتريوسينات فبعضها يلزم منها جزئ واحد لقتل خلية بكتيرية واحدة، وبعضها يلزم منها عدة جزيئات لقتل خلية بكتيرية واحدة ومن أمثلة النوع الأول Colicin ومن أمثلة النوع الثانى Nicin وتأثيره على بكتريا *L. monocytogenes*.

الأهمية العملية للبكتريوسينات والبكتريا المنتجة لها

The practice importance of bacteriocins

لما كانت البكتريوسينات مواد بروتينية طبيعية مضادة للميكروبات، فقد إتجهت إليها الأنظار كوسائل لحفظ الغذاء خاصة الأغذية المحفوظة على حرارة منخفضة بالثلاجات حيث يتزامن مع الحفظ بالتبريد (الثلاجات) ظهور ميكروبات مرضية محبة للبرودة Psychrotrophic pathogens مثل *L. monocytogenes* والتى تنمو على درجة حرارة الثلاجة مما يلقي نوعاً من الظلال على مدى سلامة وأمن الغذاء المحفوظ بالثلاجة. ونظراً للإتجاه العام نحو التحذير من إستخدام المواد الكيماوية كمواد حافظة، فقد إتجهت الأبحاث إلى التركيز على إستخدام نواتج التمثيل الطبيعية لبعض أنواع منتخبة من البكتريا أو البكتريا نفسها لتنشيط نشاط ميكروبات غير مرغوبة ومن نواتج التمثيل هذه بعض مجموعة البكتريوسينات التى تنتجها بكتريا حمض اللاكتيك الموجبة لجرام خاصة بعض الأنواع التابعة للأجناس *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pedicoccus*, *Streptococcus* ومن هذه الأنواع:

Lb. acidophilus, *Lb. delbrueckii susp bulgaricus*, *Lb. delbrueckii susp lactis*, *Bifidobacterium bifidum*

فهذه الميكروبات تستخدم في كثير من الصناعات الغذائية المتخمرة Fermented foods بمفردها أو بالإشتراك مع غيرها (جدول ٤٠) لما لها من مميزات في هذه المنتجات منها:

أ- سرعة نموها فلا تشجع التلوث بميكروبات أخرى.
ب- استخدمت في الصناعات الغذائية سنين طويلة حيث أمكن تتميتها على نطاق كبير.

ج- غير ممرضة.

د- لا تكون سموم.

جدول (٤٠) إستخدامات بكتريا حمض اللاكتيك (Luck and Erick , 1994)

الناتج	بكتريا حمض اللاكتيك المستخدمة
لبن أسيدوفيلس Acidophilus milk	<i>Lb. acidophilus</i>
لبن خض بلغاري Bulgarian butter milk	<i>Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus</i>
زبد Butter	<i>L. lactis supsb. cremoris</i>
لبن خض Butter milk	<i>L. lactis supsb. cremoris</i> , <i>L. lactis supsb. lactis</i> , <i>Leuco. Lactis</i> , <i>Leuco. mesenteroides supsb. cremoris</i>
جبين Cheeses	<i>L. lactis supsb. lactis</i> , <i>L. lactis supsb. cremoris</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus</i> , <i>Lb. delbrueckii supsb. lactis</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Leuconostoc spp</i> , <i>Enterococcus spp.</i>
ألبان متخمرة Fermented milks	<i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. bifidus</i> , <i>Lb. delbrueckii supsb. Bulgaricus</i> , <i>Lb. casei</i>
كفير Kefir	<i>L. lactis supsb. lactis</i> , <i>Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus</i>
كومييس Koumiss	<i>Lb. delbrueckii supsb. lactis</i> , <i>Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus</i>
قشدة حمضية Sour cream	<i>L. lactis supsb. cremoris</i>
يوغورت Yoghurt	<i>Lb. delbrueckii supsb. bulgaricus</i> , <i>Str. thermophilus</i>
كشك	<i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. plantarum</i>

الأهمية الصحية والغذائية والصناعية للبكتيريا المنتجة للبكتريوسينات (بكتريا حمض اللاكتيك)

- ١- تنتج بعض الفيتامينات (حمض الفوليك) والإنزيمات (اللاكتيز) مما يشجع التمثيل الغذائى فى الإنسان.
- ٢- تخفض مستوى الكوليسترول فى مصل الدم.
- ٣- تشجع النظام المناعى لإنتاج الملتهمات Macrophages.
- ٤- تقلل من مخاطر سرطان القولون بإزالة سمية Detoxification المواد السرطانية.
- ٥- تكسر بعض العوامل المضادة للتغذية Antinutritional factors مثل مثبط التربسين Trypsin inhibitor وحمض الفيتك Phytic acid.
- ٦- تستخدم صناعياً فى تخليق كثير من المواد الكيميائية والدوائية.
- ٧- بعضها يستوطن القناة الهضمية وتلعب دوراً نافعاً. وتضاف الخلايا الحية كمواد probiotics للأستهلاك الأدمى والحيوانى.
- ٨- إنتاجها للبكتريوسينات التى تثبط نشاط البكتريا غير المرغوبة.

وتتميز البكتريوسينات التى تنتجها بكتريا حمض اللاكتيك

أ- بأنها مثبطة للبكتريا الموجبة لجرام، وعديد منها فعال ضد الميكروبات المفسدة للغذاء والممرضة مثل *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Staph. aureus*, *Clos. perfringens*, *Clastridium botulinum* ويقدر الحد الأدنى المثبط للبكتريا السابقة فى إختبارات البيئة المغذية بحوالى ٠,٠٠٦ إلى ١٢ جزء فى المليون.

ب- كثير منها ثابت ضد الحرارة لذا يمكن إستخدامها مع المعاملة الحرارية.

ج- لها تأثير قاتل واسع لكثير من الميكروبات.

د- قابلة للهضم وآمنة صحياً وفعالة فى التركيزات المختلفة.

العوامل التى شجعت على زيادة إستخدام البكتريوسينات وبكتريا حمض اللاكتيك المنتجة لها:

١- إعتقاد كثير من الهيئات الغذائية على إستخدام مزارع البادئات المنتجة

للـبكتريوسينات bacteriocinogenic starters فى الأغذية المتخمرة وإعتبار

ميكروباتها آمنة (GRAS) Generally regarded as safe.

- ٢- تقدم التكنولوجيا الحديثة في مجال الهندسة الوراثية، كدمج الخلايا ونقل الجينات وهندسة البروتين DNA المركب Recombinant DNA (أى من مجموعة من الجينات المختارة) مما يساعد على إنتاج أنواع من البكتريوسينات، وتوفير ميكروبات منتخبة وراثياً تستخدم بادئات لهذا الغرض.
- ٣- زيادة أمن هذه المواد الحافظة الحيوية عن أملاح النترات مثلاً والتي ثبت ضررها على صحة المستهلك ومعارضة المستهلك للمواد الحافظة التقليدية.
- ٤- وفرة بكتريا LAB المنتجة لهذه المواد وسهولة تنميتها والحصول على بكتريوسينات آمنة منها.

ومن البكتريوسينات الآمنة والتي ثبت فاعليتها منذ نصف قرن أو أكثر حتى الآن وصرح بإستخدامها في عديد من الدول وفي عديد من المنتجات الغذائية ومنتجات الألبان

أ- النيسين Nicin:

تنتجه *L. lactis supsb. Lactis* وهو فعال ضد معظم البكتريا الموجبة لجرام، ويستخدم في حفظ الجبن الجاف من الإنتفاخ المتأخر، كما يستخدم في الجبن المطبوخ حيث يثبط الجراثيم المكونه لحمض البيوتريك *Clos. butyricum* ويضاف أثناء الطبخ (إنصهار الجبن بتركيز ٢ - ٨ مجم / كجم). كما يستخدم ضد ميكروب *Listeria monocytogenes* الذى يمكنه النمو في المنتجات اللبنية المحفوظة في الثلاجة.

ويلاحظ أن بكتريا *Listeria monocytogenes* موجب لجرام حساس لمدى واسع من البكتريوسينات. ونظراً لأن النيسين مقاوم للحرارة في الوسط الحمضى لذا يستخدم كمادة مساعدة في التعقيم لحفظ الخضروات خاصة منتجات الطماطم عند معاملتها حرارياً لمنع نمو الجراثيم التى تقاوم المعاملة الحرارية فهو يوفر ظروف تعقيم أقل شدة.

والنيسين Nicin عبارة عن مضاد حيوى عديد الببتيدات يتكون من ٤ أجزاء متشابهة البناء تتكون من ٢٩ - ٣٤ حمض أمينى منه ٨ أحماض أمينية كبريتية، ووزنه الجزيئى حوالى ٧٠٠٠ - ١٠٠٠٠ دالتون.

والنيسين ثابت لعدة سنوات فى صورته الجافة خاصة بإنخفاض الـ pH. كما انه مقاوم للحرارة حتى ١٢١ م° / ٣٠ د على pH ٢ ولكن يبدأ فى التحلل بالتسخين على pH ٤. ويتحلل بالإنزيمات الهاضمة والمحللة للبروتين مثل التربسين وكذا إنزيمات اللعاب وإفرازات الجهاز الهضمى ولكن غير حساس للمنفحة. لذلك فهو يتكسر فى القناة الهضمية بسرعة تحت تأثير إنزيماتها لذا لا يحتمل أن يكون له تأثير سام على الإنسان حيث أن هذا المركب وجد فى اللبن والجبن منذ القدم.

كما أن بكتريا اللبن التى تنتجها تتواجد بالأمعاء، ولم تسبب إضافة النيسين إلى عليقة الفئران بتركيز ٢٠ : ٦٠ مجم/ كجم عليقة لمدة ٢٤ شهر أى أضرار، كذلك لم تسبب إضافة خليط من النيسين (٢ مجم / كجم من وزن الجسم) وحمض السوربيك (٤٠ مجم / كجم من وزن الجسم) أية تأثيرات ضارة على الفئران البيضاء فى تجارب إستمرت عامين.

وتتركز فاعلية النيسين ضد أغشية السيتوبلازم حيث تتحطم هذه الأغشية بعد خروج الخلية من الحالة الجرثومية أو المتحوصلة، وهذا يعنى ان النيسين أكثر فاعلية ضد الجراثيم عنه ضد الخلايا الخضرية، ولكن قد يكون له تأثير فى زيادة حساسية البكتريا للحرارة. وهناك دلائل على أن التأثير المساعد للنيسين يبدأ بعد إنتهاء المعاملة الحرارية حيث يثبط من إنبات أو نشاط الجراثيم التى تحملت المعاملة الحرارية والتى قد تبدأ فى الأنبات، وهذا يعنى أن النيسين لا يهاجم الجراثيم مباشرة كما أن فاعليته لا تبدأ خلال المعاملة الحرارية ولكن بعدها. ويلاحظ أن النيسين لا يثبط الخمائر أو الفطريات بل يمكن لكثير من الأحياء الدقيقة هدم النيسين بسرعة.

ب- البيماريسين Pimaricin

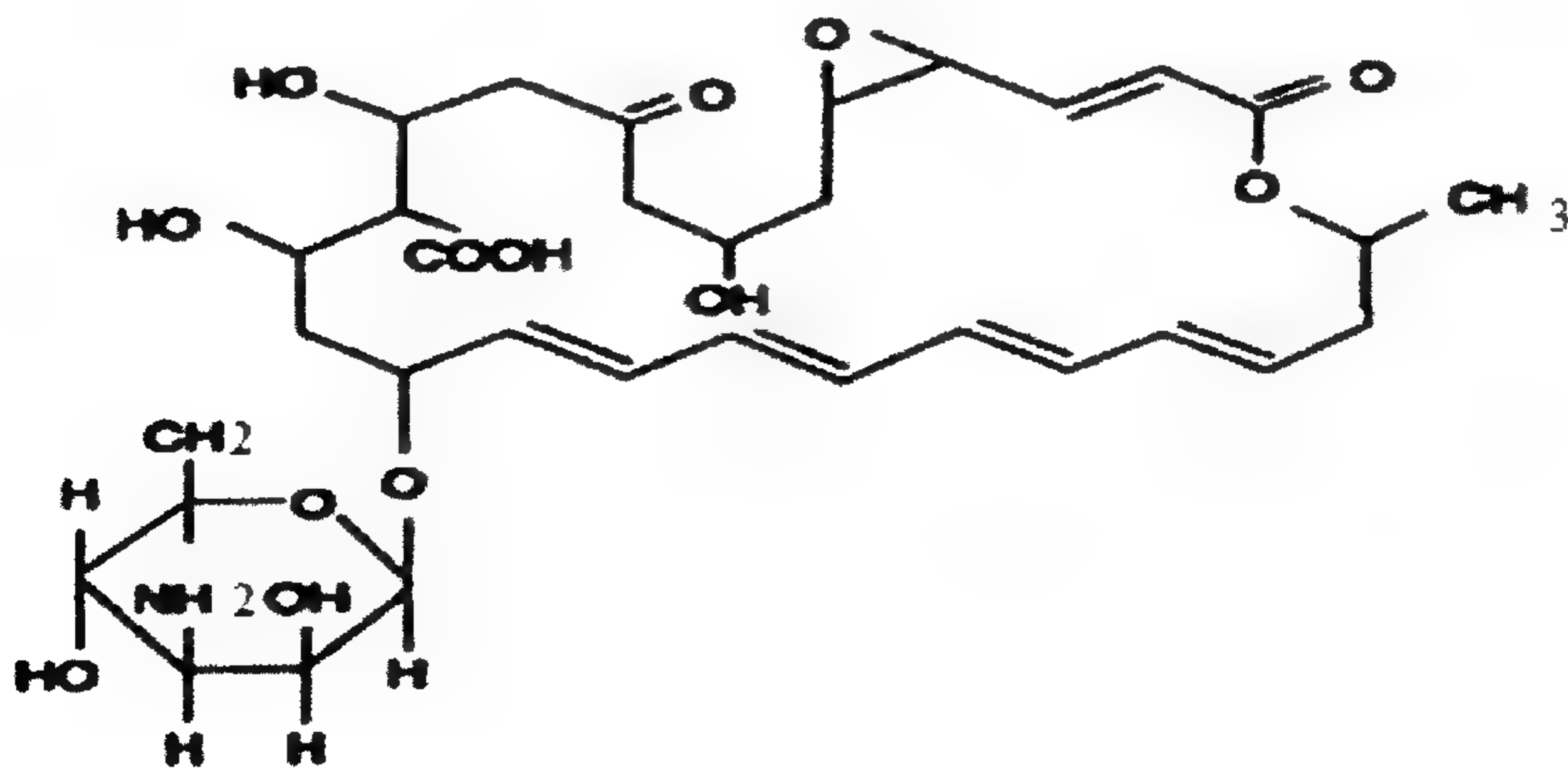
مضاد حيوى عزل من ناتج ترشيح *Streptomyces natatensis* وهو عبارة عن بلورات إبرية بيضاء تتصهر على ١٨٠ م قليل الذوبان فى الماء والكحول (٠,٠٠٥٪) وزنه الجزيئى ٦٦٥,٧٣ $C_{33}H_{47}NO_{13}$ ولا يسبب البيماريسين أية أضرار صحية عند إضافته بنسبة ٠,٠٥٪ (حوالى ٤٥ مجم / كجم من وزن الجسم) عند التغذية ٩٠ يوم والجرعات الأكبر تسبب تقليل معدل الوزن وربما يسبب القي والإسهال. ولا يسبب أية أضرار بالأعضاء الداخلية.

وتتحمل الفئران لمدة عامين غذاء يحتوى على ٠,٢٪ بيماريسين دون أية أضرار. ورغم أن من أهم مجالات إستخدامه هو المجال الطبى، إلا أنه يسمح بإستخدامه فى بعض دول أوروبا الغربية فى حفظ اسطح الجبن حيث يغمر الجبن فى معلق يحتوى ٠,٠٥ : ٠,٢٥٪ أو يرش أو يدهن به سطح الجبن كما قد يضاف بتركيز ٠,٠٥٪ للأغلفة الصناعية وفى تغليف الجبن. ونظراً لقلّة ذوبانه فى الماء فهو يتركز على السطح الخارجى للجبن ولاينفذ إلا القليل منه إلى داخل الجبن ويكون النفاذ أسرع وأعماق فى الجبن الطرى عن الجاف. كما يستخدم لمنع نمو الفطر على سطح اليوغورت.

ويؤثر البيماريسين فقط ضد الخمائر والفطريات وليس فعالاً ضد أى من البكتريا والفيروسات.

وتتحلل محاليل أو معلقات البيماريسين بالمواد المؤكسدة، المعادن الثقيلة والضوء وكذلك التسخين لمدة قصيرة وهو ثابت على pH من ٤ - ٧ وفى المجال الأكثر حموضة ينشط المركب فى الأماكن المحتوية على كبارى الأكسجين إلى مركبات أخرى.

ويوجد البيماريسين تحت أسماء تجارية منها Myprozine , Delvocid , Delvopas , Delvocoat



Pimaricin $C_{33}H_{47}NO_{13}$

ج- ميسنتروسين Mesenterocin 50 :

مخصص لأنواع الليستريا *Listeria* وليس فعالاً ضد LAB.

تعزيز (تشجيع) نشاط البكتريوسينات Enhancement of bacteriocin activity

وجد أن هناك بعض المواد التى تشجع فعل البكتريوسينات (معظم الأبحاث كانت عن إستخدام النيسين) من أمثلتها:

١- ملح الطعام (٢,٥ - ٤ ٪) وبعض الأحماض العضوية والمصرح بها غذائياً كحمض اللاكتيك والخليك، (glucose - delta lactone (GDL) وتعتبر هذه المواد ذات فعل تعاونى synergistic effect ويقال أنها تزيد من حساسية الجراثيم للنيسين وبالتالي يمكن خفض الجرعة المستخدمة منه.

٢- مواد الإستحلاب: وجد أن إضافة مواد الإستحلاب للألبان مرتفعة الدهن تزيد من فاعلية النيسين ضد بكتريا *Str. Agalactia, Listeria monocytogenes* ومن أمثلة هذه المواد Monoacylglycerols (lauric & oleic acid).

٣- مواد مكابشة أو مخلبية مثل EDTA فمن المعروف أن النيسين فعال ضد الميكروبات الموجبة لجرام ولكن وجد أن إضافة بعض المواد المكابشة تشجع من فعل النيسين على تثبيط البكتريا المرضية السالبة لجرام، وقد يعزى ذلك إلى أن هذه المواد ترتبط بأيون الماغنسيوم الموجود فى غشاء هذه الخلايا مما يساعد فى تمزيقها وانتقال النيسين إليها.

٤- النتريت: إضافة النتريت مع النيسين ساعد على تثبيط جراثيم *Clost. botulinum*، فى غياب النتريت لزم ١٥٠٠ وحدة دولية Iu / مل من البيئة للتثبيط بينما إضافة ٢٠ ppm من النتريت للبيئة خفض النيسين إلى ١٠٠ وحدة دولية / مل.

كيفية إضافة النيسين (البكتريوسينات)

قد تضاف إلى الغذاء مباشرة فى صورة نقية أو فى صورة نواتج تخمر ثانوية محتوية عليها أو إضافة LAB المنتجة لها.

العوامل التى تحد من كفاءة البكتريوسينات والبكتريا المنتجة له فى المنتجات:

١- ظهور بكتريا مقاومة: فقد وجد أن خلايا *Str. agalactia* أمكنها أن تبقى حية بعد تعرضها للنيسين فى تركيزات تعادل ٤٠ ضعف التى تحملته سابقاً.

كما أن تتابع نقل *Staph. aureus* من تركيزات منخفضة ٢,٥ Iu / مل إلى تركيزات أعلى حتى ٢٠٠٠ Iu / مل أكسبها مقاومة رغم أنها غير منتجة لإنزيم nisinase ويقال أن المقاومة ترجع إلى حدوث تغيير في مستقبلات النيسين على جدار الخلية أو تغير الجين وإعطاء شفرات لتخليق بروتين مقاوم للنيسين.

٢- مقدرة بعض الميكروبات على تكسير النيسين: وجد أن بعض سلالات *Str. thermophilus, Lacto. plantarum* تفرز أنزيم nisinase وقد أمكن تحضير الإنزيم من هذه الميكروبات. وهذا الإنزيم متخصص على النيسين وغير فعال ضد مضادات حيوية أخرى، ويبدو أن فعل إنزيم nisinase في تحليل النيسين لا يرجع إلى تحليل بروتيني proteolytic degradation ولكنه لتفاعل إختزالي reductase reaction لمركب دهيدروألانين dehydroalanine المجاور للطرف الكربوكسيلي.

٣- حساسية البكتريا المنتجة للنيسين للإصابة بالبكتريوفاج.

٤- ضيق مدى الـ pH التي يعمل عليها النيسين.

٥- ارتباط النيسين ببعض مكونات الغذاء:

فيقال أنه يتفاعل مع بروتين المادة الغذائية مما يقلل من كفاءته، كما أنه يفقد جزءاً كبيراً من نشاطه في الأغذية الغنية بالدهن، فقد لوحظ أن نشاط النيسين في اللبن السائل ضد *L.monocytogenes* يعتمد على محتوى الدهن في اللبن فزيادة دهن اللبن تقلل من فاعلية النيسين المضاف، ويفسر ذلك بامتصاص النيسين على أسطح حبيبات الدهن مما يقلل من تأثيره على الخلايا، ودليل ذلك إن إضافة Tween 80 قد أعاد للنيسين نشاطه في الألبان مرتفعة الدهن. وفي الجبن المطبوخ وجد أن نشاط النيسين ضد *Clos. botulinum* يزيد تأثيره بخفض الرطوبة (٥٤ - ٥٧٪) ووجود ملح الطعام (٢٪).

٦- تعمل الإنزيمات المحللة للبروتين وكذا الأكسدة والمعادن الثقيلة والرج الشديد والتجميد والتسييح على تقليل نشاط النيسين.

٧- قلة جودة الجبن المعامل بالنيسين: لقد وجد أنه رغم أن البادئات المنتجة للنيسين تمنع نمو الكوليس تريديا غير المرغوبة والمسببة للإنتفاخ الغازي butyric blowing

للجبين، إلا أن الجبن الناتج والمعامل بالنيسين كان أقل جودة من الجبن الناتج باستخدام البادئات العادية، كما أن البادئات المنتجة للنيسين حساسة للفاج، وأن الميكروبات المنتجة لإنزيم nisinase قد تقلل من كفاءة النيسين. لذا قد فكر البعض فى استخدام بادئ يحتوى ميكروبات منتجة للنيسين وأخرى مقاومة له وقد ساعد ذلك فى تقليل الإنتفاخ الغازى بالجبن وإعطاء جبن أكثر جودة ويمكن إستخدامها كبديل للنترات للتغلب على الفساد الناتج عن إنتفاخ الجبن.

٨- ظهور سلالات ممرضة Food borne pathogens مقاومة للنيسين مثل *L.monocytogenes* خاصة عند زيادة التلوث وزيادة احتمالية وجود طفرات مقاومة.

وقد أدت العوامل السابقة التى تحد من كفاءة البكتريوسينات والبكتريا المنتجة له إلى إضعاف مركز النيسين والبكتريوسينات الأخرى. كما أن عدم وجود دراسات كثيرة عن سمية البكتريوسينات الأخرى وبكتريا حمض اللاكتيك المنتجة لها bacteriocinogenic LAB ساعد على إضعاف هذا المركز. ويرجع قلة الدراسات الخاصة بالبكتريوسينات والميكروبات التابعة LAB إلى عدم وفرة البكتريوسينات النقية لعمل الإختبارات الكافية وإلى أن الإستخدام الآمن للنيسين لأكثر من خمسين عاماً وإدراك أن LAB غير مرضية وغير منتجة للسموم جعلنا نعتقد أن كل بكتريوسينات LAB آمنة.

ونرى أن الأعتبارات الأمنية لا تتوقف فقط على تحضير مستحضرات نقية من البكتريوسينات، بل يجب إجراء إختبارات مدى سميتها، وقد يرى البعض أنها إختبارات مكلفة إلا أن هناك إختبارات بسيطة يمكن الإعتماد عليها مثل Ames mutagenicity assay وإختبار سمية الخلايا Tissue culture cytotoxicity.

ومن طرق تقدير البكتريوسينات فى الأغذية:

إستخدام الطرق الحيويه وهى مبنية على أساس إستخلاص النيسين من الغذاء بغلى العينة فى حمض Hcl ٠.٠٢ أساس لمدة ١٠ د وطررد العينة لإستبعاد الطعام وإختبار الرائق بإستخدام:

١- طريقة Plate agar diffusion ويستخدم لذلك عادة ميكروب *St.agalactia, Str. cremoris, Micrococcus luteus*.

٢- تقدير ATP وهى أسرع من الطرق الحيوية إلا أنها مكلفة.

٣- Enzyme immon assay وهى أقل تعباً ويمكن تحويلها إلى automation.

وعموماً فإن الكشف عن المتبقى من النيسين يعتمد على درجة الحرارة ونمو الميكروب ومكونات البيئة، وبإضافة النيسين إلى الغذاء فإن جزءاً منه يبقى فى الغذاء ويمكن الكشف عنه، وهذه النسبة قد تبقى كما هى أو تتغير بالتخزين وهذا يعتمد على تركيب الغذاء.

ملاحظات:

١- قد يطلق على البكتريوسينات Bacteria antimicrobial proteins فهى مواد بروتينية تنتجها عديد من الأجناس والسلالات البكتيرية مرضية وغير مرضية (جدول ٤١) لها نشاط قاتل bacteriocidal أو مثبط bacteriostatic ضد سلالات أخرى

جدول (٤١): بعض أجناس البكتريا المنتجة للبكتريوسينات (Thomas and Alan , 1993)

Acetobacter	Enterococcus	Leuconostoc	Serratia
Actinobacillus	Erivinia	Listeria	Shigella
Clostridium	Haemaphilus	Pediococcus	Staphylococcus
Bacillus	Haloferax	Propionibacterium	Streptococcus
Brevibacterium	Lactobacillus	Pseudomonas	Yersinia
Corynebacterium	Lactococcus	Salmonella	

٢- من أكثر السلالات إنتاجاً للبكتريوسين (nicin) ذى أثر فعال على البكتريا المسببة لفساد الغذاء وكذلك على البكتريا الممرضة هى سلالة *Lactococcus lactis supsb. lactis* وهناك بيانات مخلقة لتنمية هذه السلالة مرتفعة الثمن. وقد تمكن المركز القومى للبحوث (ابوبكر) إستنباط بيئة جديدة تعتمد فى تركيبها أساساً على الراشح Permeate لإنتاج بكتريوسين مشابه للنيسين. وكانت أفضل من البيئات المخلقة والمستوردة مثل MRS, Harish, ELikar, M17CYgL.

الجزء الثالث

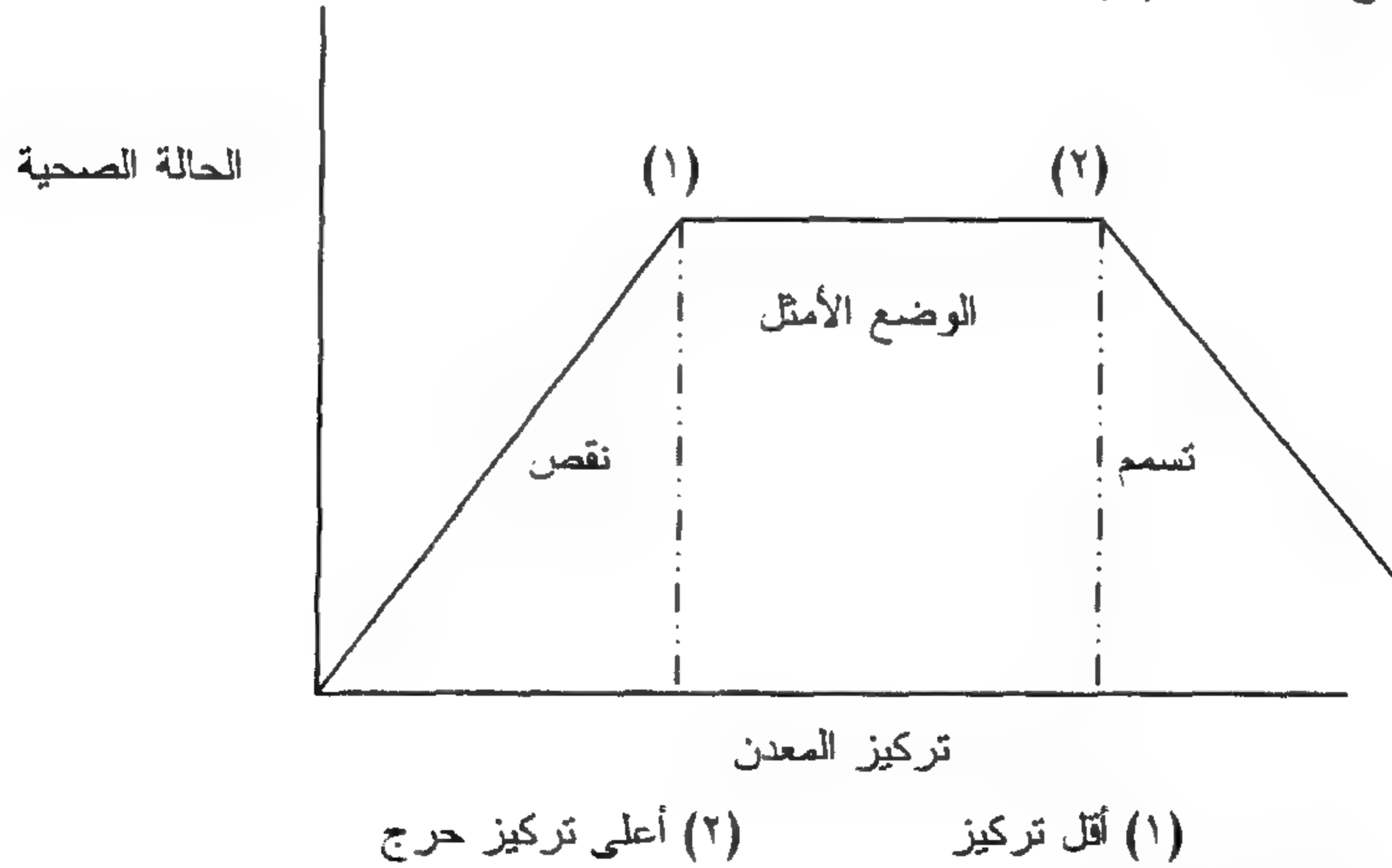
التلوث غير الحيوى للبن ومنتجاته

الفصل الثالث عشر

التلوث بالمعادن الثقيلة أو السامة

Heavy or Toxic Metals Contamination

المعادن الثقيلة هي المعادن التي تزيد كثافتها عن خمسة أمثال كثافة الماء. ويحتاج الإنسان والنبات والكائنات الحية بصفة عامة إلى بعضها بكميات ضئيلة Traces، وتركيزات حرجة للصحة والنمو. وتسمى هذه المجموعة بالعناصر النادرة Trace elements أو المغذيات الدقيقة Micronutrients وتسبب التركيزات الأعلى تسمماً كما هو موضح بالشكل (١).

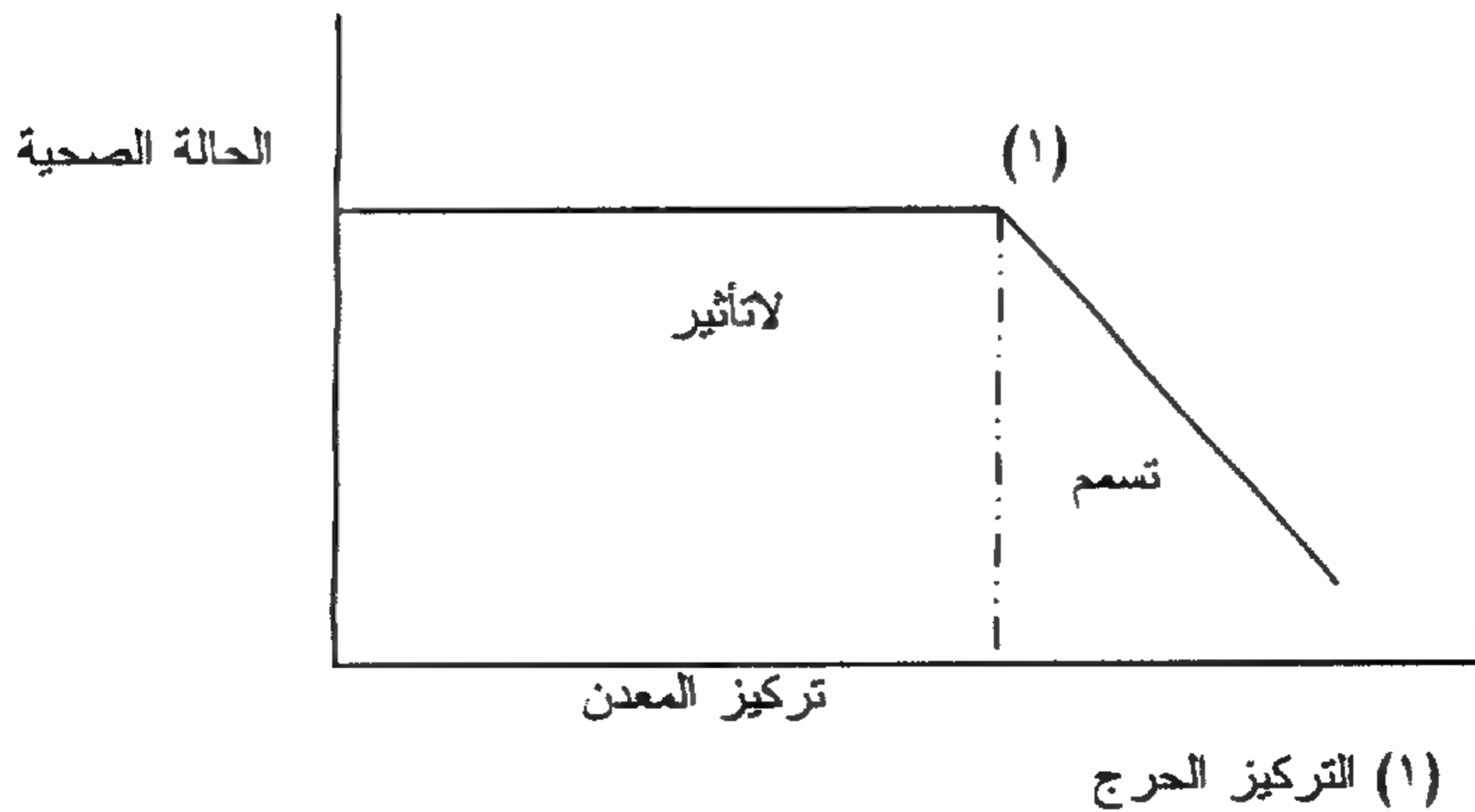


شكل (١): المغذيات الدقيقة وعلاقتها بالصحة (Micronutrients)

ومن الفلزات التي يسبب نقصها أمراضاً للحيوان: النحاس والحديد والزنك والكوبلت والسيلينيوم واليود. وترجع أهمية معظم هذه المعادن إلى أنها تدخل في بناء جزيئات

الإنزيمات والبروتينات والتي تشترك فى عمليات التمثيل الغذائى. أى تدخل فى تركيب الكثير من المركبات العضوية ذات الأهمية الحيوية للجسم كالهيموجلوبين، الثيروكسين، والإنزيمات المحتوية على النحاس كأكسيدز حمض الأسكوربيك، والزنك فى الإنزيم النازع لحمض الكربونيك Dehydroxy carbonic (نازع هيدروكسى الكربونيك) والمولبيديوم فى أكسيد الزانثين. كما تدخل بعضها فى تكوين الفيتامينات مثل الكوبلت فى فيتامين B₁₂، وتدخل فى الهرمونات مثل الكبريت فى الإنسولين، اليود فى الثيروكسين. إلا أن وجود هذه العناصر فى الغذاء كمعدن أو كمركبات كيميائية من مصدر خارجى وبكميات كبيرة نسبياً يكون لها تأثيرات سامة للإنسان والحيوان، حتى لو احتوى الغذاء على كميات ضئيلة منها فهى تؤثر على المدى الطويل على العمليات الحيوية بالجسم لأن لبعضها تأثيراً تراكمياً بالجسم.

وبجانب المغذيات الدقيقة Micronutrients توجد فلزات لايعرف لها ضرورة حيوية تسمى بالعناصر غير الأساسية Non essential elements، وقد تسمى أحياناً بالعناصر السامة شكل (٢) إذ تؤدى لموت الكائن الحى فى الحالات الشديدة، وترجع السمية الناتجة عن زيادة التركيز إلى تداخل هذه العناصر مع بعض نواتج التمثيل الغذائى أو الإحلال محل بعض العناصر الأساسية، أو التفاعل مع مجموعة الثيول SH n، أو الإضرار بجدار الخلية، أو التفاعل مع مجموعة الفوسفات فى مركبات الطاقة Adenosin diphosphate أدينوسين داي فوسفات (ADP)، Adenosin triphosphate (ATP) أدينوسين ثلاثى الفوسفات.



شكل (٢) العناصر غير الأساسية وعلاقتها بالصحة Non essential elements

مما سبق نرى أنه من الصعب أن نضع حداً فاصلاً بين المعادن الضرورية للتغذية Micronutrients والعناصر غير الأساسية من حيث السمية إذ يمكن القول أن جميع العناصر المعدنية سامة تقريباً إذا تناولها الإنسان أو الحيوان بكميات كبيرة.

ومن أهم المعادن الثقيلة والتي تعتبر من ملوثات الغذاء: الرصاص - الزئبق - الكاديوم - الزرنيخ - السيلينيوم - الأنثيمون - الألمونيوم - القصدير وغيرها.

وتصل هذه المعادن إلى البيئة من خلال العديد من العمليات الكيموحيوية والأنشطة البشرية، كالتوسع في الصناعات الكيماوية مثل صناعة البلاستيك والملونات والبطاريات والمواد العازلة وصناعة المعادن، هذا بجانب مخلفات الإنسان والمبيدات والمخصبات الزراعية، كما تجد هذه الملوثات طريقها إلى المياه الجوفية والسطحية وكلها عوامل تؤدي لزيادة تركيز هذه العناصر بالتربة ومنها إلى السلسلة الغذائية (نبات - حيوان - إنسان). كما قد تتعرض المواد الغذائية أثناء إنتاجها أو تصنيعها أو تعبئتها أو نقلها أو حفظها للتلوث بأنواع مختلفة من المعادن الثقيلة نتيجة ملامسة المادة الغذائية لأسطح الأواني والأدوات والعبوات ومواد التغليف التي تحتوى على آثار من هذه المعادن، أو نتيجة استخدام مياه تحتوى على شوائب منها نتيجة مرورها في أنابيب غير نقية وذلك في عمليات الغسيل للخضر والفاكهة، أو استخدام هذه المياه في تصنيعها أو استخدام مضافات غذائية غير نقية تحتوى على شوائب لهذه المعادن. كما تعتبر الأسماك في طبيعة الأغذية التي تتلوث بهذه السموم نتيجة إلقاء مخلفات كثيرة من المصانع والسفن والصرف الصحي في مياه الأنهار والبحار، فقد وجد أن الأسماك التي يتم صيدها من بعض مناطق الشرق الأقصى، وبعض أنواع الأسماك التي تعيش في مياه البحر الأبيض المتوسط غير صالحة للإستهلاك الأدمى لتلوثها ببعض هذه المعادن.

وتتوقف الكمية التي ترتبط من هذه المعادن بالمادة الغذائية على عدة عوامل منها: تركيب المادة الغذائية من ماء وأحماض، ونوع المعدن الملامس للمادة الغذائية، ومدة الملامسة، ودرجة الحرارة، ومدى نقاوة الماء المستعمل وخلوه من الشوائب المعدنية.

وتتمثل ميكانيكية التسمم بالمعادن الثقيلة غالباً في تثبيط الإنزيمات المحتوية على مجموعات SH \bar{n} وبالتالي يحدث تداخل بينها وبين تمثيل الخلية ووظيفتها ثم تلفها.

وتتوقف شدة السمية على نوع المعدن (العنصر السام) والجرعة المأخوذة، وتتمثل الأعراض العامة للتسمم المعدنى بتهيج أغشية المعدة والغثيان والمغص والقئ وفقر الدم وعادة تزول الأعراض بسرعة بعد القئ. كما تصاب الكلى بالالتهاب، وقلة التبول (إحتباس البول) وإرتفاع اليوريا Urenia. كما يصاب الكبد بالتلف واليرقان Jaundice ويصاب الجهاز التنفسى بعدم إنتظام التنفس وصعوبته ويصاب الجهاز الدورى بإنخفاض الضغط وعدم إنتظام النبض ويصاب الجلد بفقد الشعر والتقرن Keratinization والتبقع Pigmentation.

ويختلف التسمم المعدنى عن التسمم الميكروبي فى أن المعدنى لا يحتاج إلى فترة حضانة. ومن وسائل إسعافات التسمم المعدنى العامة:

- ١- غسيل القناة الهضمية بعوامل مرسبة للمعدن السام.
- ٢- إعطاء مواد ملطفة مثل اللبن وبياض البيض.
- ٣- إعطاء مواد ملينة مثل المانيتول.
- ٤- إعطاء مضاد للسم (ترياق) Specific antidotes.
- ٥- إستخدام مواد رابطة (مكلبشة) Chelating agents ويشترط فى هذه المواد أن تكون ذائبة فى الماء، ولها القدرة على تكون معقد مع المعدن، ومقاومة للهدم والتمثيل، ويسهل إفرازها وطردها من الجسم، ومن أمثلة هذه المواد جدول (٤٢)

جدول (٤٢) بعض المواد المكلبشة Chelating agents المستخدمة فى علاج وإسعاف التسمم المعدنى

المادة	إستخدامها	الآثار الجانبية
EDTA	فى حالات التسمم بالحديد والزنابق والنحاس والنيكل والزنك والمنجنيز والجرعة المستخدمة ٢٥ مجم / كجم من وزن الجسم ثلاث مرات يومياً	قلة التبول - نقص الكالسيوم والماغنسيوم - إضرار بالحالب
Penicillamine	وهو مشتق من السستئين. ويستخدم فى حالات التسمم بالرصاص والنحاس والزنابق.	طفح جلدى - حمى - نقص كرات الدم البيضاء - إتهاب الكلى - إتهاب العصب البصرى.

المادة	إستخدامها	الآثار الجانبية
Desferrioxamine	يستخدم في حالات التسمم بالحديد ويستخدم عن طريق الفم أو الحقن تحت الجلد.	ألم في موضع الحقن - طفح جلدي - إنخفاض الضغط - مغص - تشنج - فرط حساسية - صعوبة الرؤية (ضباب) Blurred vision

ولاتقتصر أضرار التلوث المعدني للغذاء على الناحية الصحية، فبعض هذه المعادن تؤدي إلى تغيرات تضر بصفات المادة الغذائية وتقلل من رغبة المستهلك (طعم - لون - تزنخ). إذ قد تعمل بعض هذه المعادن على تنشيط إنزيمات وتفاعلات كيميائية غير مرغوبة تحدث تغيرات بالمادة الغذائية تنفر المستهلك.

طريقة الكشف عن المعادن الثقيلة باللبن: Detection of heavy metals in milk

من هذه الطرق طريقة Hankenson (1975)

٥٠ مل لبن + ٥٠ مل TCAA (٢٠٪) والرج لمدة ٢/١ ساعة والترشيح

في الراشح يتم التعرف على المعدن وتقديره بواسطة جهاز الإمتصاص الذري الطيفي Atomic absorption spectrophotometer وتستخدم هذه الطريقة للبن الخام والمبستر والمعقم والألبان المتخمرة. أما الألبان المركزة والمجففة فتخفف بالماء لتكون كاللبن الطبيعي.

ونتناول فيما يلي أهم المعادن الثقيلة الملوثة للغذاء.

الرصاص (Pb) Lead

نبذه تاريخية وإستخداماته:

يوجد الرصاص فى القشرة الأرضية فى صورة كبريتيد الرصاص (جالينا Galena) بمعدل ١٣ مجم / كجم ومنه يحضر الرصاص بالتسخين. وهو فلز وزنه الذرى ٢٠٧,٢، ورقمه الذرى ٨٢، ويوجد له عدة نظائر منها Pb 206, Pb 208, Pb 209, Pb 224.

والفلز لين ثقيل يستخدم فى العديد من الصناعات مثل الأدوات الصحية، وتغطية الأسلاك والكابلات الكهربائية، وصناعة القذائف وسبيكة لحام المعادن (قصدير: رصاص) والإسبيداج والبويات وزجاج الكريستال، والملابس الخاصة بالعاملين بالمحطات النووية للحماية من إشعاعاتها، ويستخدم فى أغلفة البطاريات، كما يستخدم فى بعض المبيدات (زرنیخات الرصاص)، وطلاء بعض الأوانى ومساحيق التجميل وأصباغ الشعر، كما قد يضاف إلى البنزين (رابع إيثيل الرصاص Tetraethyl lead) لتحسين كفاءة محركات السيارات كما تحتوى مياه البحار على الرصاص بتركيز ما بين ٩ - ٣٠٠ µg / لتر.

وقد إستخدمه القدماء المصريون والإغريق والصينيون والهنود فى صناعة أدوات الأكل وأنايب المياه. كما إستخدم قديماً فى صناعة أوانى تعتيق الخمر وصناعاته مما ساعد على تلوث الخمر بنسبة عالية منه. ويفسر بعض المؤرخين التهور العقلى لقواد الرومان القدامى إلى تعاطيهم كميات كبيرة من هذه الخمور المخزنة فى تلك الأوانى، فمن إحدى التجارب لتصنيع وتعتيق الخمر فى مثل هذه الأوانى وبنفس الإسلوب الذى كان يتبعه هؤلاء الرومان كانت نسبة الرصاص فى الخمر تتراوح ما بين ٢٤٠ - ١٠٠٠ مجم / لتر وهى نسبة عالية جداً تؤدى إلى التسمم.

مصادر تلوث الأغذية بالرصاص:

يصل الرصاص إلى المواد الغذائية إما عن طريق البقايا التى تبقى بالتربة، أو عن طريق إستعمال المعدن نفسه أو السبائك التى تستخدم فى صناعة الأوانى والآلات

والعبوات التي تلامس الغذاء أثناء إنتاجه وحفظه. فالأواني التي تطلّى بالقصدير المحتوى على الرصاص، وكذلك الوصلات الملحومة وأنابيب الرصاص قد تسبب كلها أو بعضها تلوثاً للمادة الغذائية، فقد لوحظ أنه بترك الماء فى أنابيب أو أوعية من الرصاص لأيام قليلة فإن تركيز الرصاص فى هذا الماء قد يصل لحوالى ١ مجم / لتر. كما أن إستخدام (زرنیخات الرصاص) المبيدات وإستخدام رابع إيثیل الرصاص فى مخلوط البنزين كوقود للسيارات كمانع للفرقة Antiknock فإن هذه المبيدات وعوادم السيارات تبقى بقاياها على الخضر والفاكهة.

ومن المصادر الخطرة أيضاً للتلوث بالرصاص إستخدام بعض أملاح الرصاص لعمل الكمادات أو لإحداث الإجهاض.

ومن الجدير بالذكر أن الرصاص العضوى المضاف للوقود يخرج مع عادم السيارات فى صورة غير عضوية على هيئة أكاسيد وكلوريدات وبروميدات الرصاص، والتي تتحول فى الجو إلى كربونات الرصاص وتمثل هذه العملية ٩٥ ٪ من مصادر تلوث الهواء بمركبات الرصاص فقد وجد أن السيارة الواحدة فى أمريكا الشمالية تلوث الجو بحوالى ٢,٥ كجم من الرصاص فى السنة ونظراً لصغر حجم جزيئات الرصاص فإنها تنتشر من منطقة إلى أخرى ولمسافات بعيدة وقد لا ترسب إلا بعد عدة أيام. ففى دراسة عن تلوث الهواء بمدينة القاهرة الكبرى وجد أن نسبة العالق من الرصاص فى الهواء تتراوح ما بين ٢٥ - ١١٠٠ مجم / م^٣ وهى نسبة عالية.

كما وجد أن متوسط عنصر الرصاص فى الأراضى الزراعية بالوجه البحرى بعيداً عن مصادر التلوث ١٥ جزء / مليون بينما إرتفع إلى ٢٢٦ جزء / مليون بالقرب من طريق القاهرة - الإسكندرية الزراعى وقدرت المساحة الملوثة على جانبى هذا الطريق بأكثر من ٦ آلاف فدان كما وجد أن المحاصيل التى تزرع بجوار هذه الطرق الرئيسية تحتوى نسبة عالية من الرصاص تصل لأكثر من ١٠٠ جزء / مليون من الوزن الجاف فى بعض الحالات. وينعكس ذلك على حيوانات اللبن التى تتغذى على الأعلاف الناتجة من هذه المحاصيل وكذلك الحيوانات التى تشرب من الترع والمصارف القريبة من هذه الطرق حيث ترتفع نسبة الرصاص فى لبنها.

أمثلة لتلوث بعض الأغذية بالرصاص

يصل الرصاص إلى الإنسان إما عن طريق التنفس (الجهاز التنفسي) أو عن طريق الغذاء (الجهاز الهضمي) ويمثل الرصاص في الأغذية حوالي ٩٠٪ من الرصاص الذي يصل إلى الإنسان، ويبين الجدول (٤٣) متوسط ما قد تحتويه بعض الأغذية من الرصاص.

جدول (٤٣) متوسط ما تحتويه بعض الأغذية من الرصاص

المادة الغذائية	الرصاص مجم / كجم	المادة الغذائية	الرصاص مجم / كجم
الخضروات الطازجة	٠,٢٢	الحبوب	٠,١٧
الخضروات المعلبة	٠,٢٤	الأسماك واللحوم	٠,١٧
الفاكهة الطازجة	٠,١٢	ماء الشرب	٠,٠٠٥ (٥ µg / لتر)
الفاكهة المعلبة	٠,٤٠	اللبن	٠,٠٣

الرصاص في المنتجات النباتية:

تزيد نسبة الرصاص في الخضروات الورقية (الخس - السبانخ - الكرنب) عن الخضروات الأخرى وذلك لزيادة قدرة النباتات الورقية على إمتصاصه (بمتوسط تركيز الرصاص في السبانخ ٠,٠٤٥ مجم / كجم) بينما في البصل ٠,٠٠٥ مجم / كجم والبصل نبات يمتص الرصاص بدرجة أقل.

كما أن الفاكهة التي يحتوى سطحها على شعيرات (مشمش - الخوخ) تحمل كمية أكبر من الرصاص مقارنة بالفاكهة ذات السطح الأملس (جوافة - كمثرى ...).

وفي عمليات التصنيع والحفظ قد يزيد محتوى هذه الأغذية من الرصاص وذلك نتيجة إنتقاله من معدات التصنيع الغذائي ومن اللحام الجانبى لعلب الصفيح المستخدمة في الحفظ وتتوقف كمية الرصاص والقصدير المأخوذه على نوع الصفيح المستخدم، ودوع اللحام الجانبى، وخواص وتركيب الغذاء، فقد وجد أن كمية القصدير والرصاص تتناسب طردياً مع حموضة الغذاء ومايحتويه من حمض الأكساليك فتزيد في صلصة الطماطم (إنخفاض pH) وفي السبانخ (حمض الأكساليك) خصوصاً عند تخزين العلب

لفترة طويلة حيث أن حموضة الصلصة وحمض أكساليك السبانخ يسببان تآكل العلبة من الداخل.

الرصاص فى المنتجات الحيوانية:

تحتوى المنتجات الحيوانية (لحم - لبن - بيض) على كمية أقل من الرصاص عن المنتجات النباتية كما أن الرصاص يتواجد فى اللبن بتركيزات أقل عن الأغذية الحيوانية والنباتية فى نفس المنطقة وهذا يدل أنه تحت الظروف الطبيعية فإن الثدييات الحلابة تمرر نسبة ضئيلة من الرصاص الملوث للغذاء أو الملوث للبيئة إلى لبنها وتعتبر هذه الثدييات مرشحات فعالة لهذه المواد.

وقد أشارت الدراسات إلى أن محتوى لبن الأم من الرصاص ٠,١٧ جزء فى المليون، وفى لبن البقر ما بين ٠,٠٠١ : ٠,٠٨٣ بمتوسط ٠,٠١٩ جزء فى المليون وتزيد فى مناطق مناجم الرصاص إلى ٠,١٤ جزء فى المليون فى لبن الأبقار. وفى نطاق القاهرة الكبرى وجد أن اللبن يحتوى ما بين ٠,٠٣ - ٠,٠٥ جزء فى المليون فى ألبان حيوانات المزرعة. وهذه النسب لا تمثل خطورة على صحة الإنسان ولكن فى عينات عشوائية من مدينة الزقازيق كان الرصاص (جزء / مليون) لبن مبستر ١,٥٠، لبن معقم ١,٠٨٧، لبن مركز ١١,٠٧١، لبن متخمّر ٤,٦٩٤، ولبن مجفف ٨,١٣٣ وهى تركيزات أعلى من الحدود المسموح بها فى اللبن ومنتجاته.

وفى إحدى التجارب غذيت الأبقار على عليقة تحتوى ١٣ مجم رصاص / ٥٠ كجم من وزن الجسم لمدة ٤ أشهر وكانت النسبة فى اللبن أقل من ٠,٠٥ جزء فى المليون وقد يرجع ذلك كما سبق إلى أن الحيوان يعمل كمرشح يحتجز المعادن الثقيلة ويقلل من وصولها إلى اللبن، ويتركز الرصاص الممتص من العليقة أساساً فى الكلى والكبد ويزداد هذا المحتوى بتقدم عمر الحيوان وهذا يدل على أن فضلات الذبحة (كبد - كلى) تسهم بدرجة كبيرة من كميات الرصاص التى قد يتناولها الإنسان.

الرصاص والأغذية البحرية:

تتلوث الأسماك والحيوانات البحرية بالرصاص فى المناطق الصناعية التى يصل إلى مياه الأنهار والبحار التى تعيش فيها هذه الأسماك. ويبين الجدول التالى (٤٤)

تركيز الرصاص فى مياه نهر النيل وكذا فى أسماك البلطى والبياض التى تم صيدها من هذه المناطق.

جدول (٤٤) تركيز الرصاص فى مياه نهر النيل وكذا فى أسماك البلطى والبياض (جزء / البليون)

المنطقة	ماء النهر	السك البلطى	السك البياض
شبرا الخيمة	١٧٠٠	١٢٥١	١٥٨
إمبابة	١٦٦٠	٤٠٥	١٠٤٤
التحرير	١٢٧٠	٤٧٣	٦٨٨
الجيزة	١٣٢٠	٥٧٢	٣٦٥
المعادى	١٣٦٠	٥٣٦	٩٨١

وفى دراسة على بعض ملوثات المياه من المعادن الثقيلة وتأثيرها على سمك البلطى النيلي المستزرع فى إحدى المزارع الخاصة، وجد أن مستوى تركيز الرصاص فى المياه ٠,٤٩ جزء فى المليون (٤٩٠ جزء / البليون) أى أعلى من الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية WHO وهو ٠,٠٥ / جزء فى المليون (٥٠ جزء / بليون) كما كان مستوى الرصاص فى الجزء المأكول من أسماك البلطى المستزرع بلغ ٦,٥ جزء فى المليون (٦٥٠ جزء / بليون) وهى أيضاً أعلى من الحدود المسموح بها من قبل WHO.

وتحتوى الأسماك فى المياه غير الملوثة على نسبة منخفضة من الرصاص (أقل من ٨٠ جزء / البليون) وتشير الدراسات إلى ان المصانع تلقى فى البحار سنوياً مايزيد عن ٢٥٠ ألف طن من الرصاص، ومن الدراسات التى أجريت فى خليج تسالونيك باليونان وجد أن تركيز الرصاص فى أنسجة بعض الكائنات البحرية فى المنطقة الغربية من معمل إنتاج رابع إيثيل الرصاص يصل إلى ١٥٠ - ٤٨٠ جزء فى المليون ppm.

الإحتياجات الغذائية والتشريعات الخاصة بالرصاص:

تصل نسبة الرصاص بالجسم ١,٧ µg / جم فى الأنسجة، كما أن ٩٠٪ من الرصاص الموجود بالجسم يوجد بالعظام.

والإحتياجات الغذائية المسموح بها من الرصاص للبالغين $400 \mu\text{g}$ يومياً ويحصل الإنسان منها حوالي $10 \mu\text{g}$ من ماء الشرب ويحصل من الغذاء على $100 - 400 \mu\text{g}$ أما المتحصل عليها عن طريق الهواء فهو أقل من ذلك.

وتبعاً للهيئات الغذائية العالمية (WHO / FAO) فالحد الأقصى المسموح به من الرصاص هو $3 \text{ مجم} / \text{إسبوعياً} / \text{للفرد أو } 40 \mu\text{g} / \text{كجم من وزن الجسم إسبوعياً}$. ويعتبر تركيز $10 \mu\text{g} / \text{لتر دم}$ هو الحد الأقصى المسموح به. ويتراوح التركيز الحرج للرصاص في الدم ما بين $25 - 35 \mu\text{g} / \text{لتر}$ وقد تصل إلى $60 - 100 \mu\text{g} / \text{لتر}$ في دم الأفراد المعرضين للرصاص خاصة في البلاد المتخلفة.

وتبعاً للمواصفات الدولية فإن الحد الأقصى المسموح به لعنصر الرصاص في الغذاء هو جزء - 5 أجزاء في المليون ($1000 - 5000$ جزء في البليون) وفي اللبن $0,1$ جزء / مليون، والجرعة المميتة من الرصاص $0,5$ جم ومستوى الرصاص في الهواء الطلق يجب ألا يزيد عن $1,5 \mu\text{g} / \text{م}^3$.

إمتصاص وتمثيل الرصاص بالجسم

تدخل مركبات الرصاص إلى أنسجة الجسم عن طريق الفم (الجهاز الهضمي) والإستنشاق (الجهاز التنفسي)، وقد وجد أن $30 - 50\%$ من الرصاص المستنشق يصل مباشرة إلى الدم عن طريق الرئتين مسبباً ما يسمى بالتسمم بالرصاص Lead intoxication. ويمثل الرصاص في الأغذية 90% من الرصاص الذي يصل إلى الجسم. ويتوقف مدى إمتصاص الرصاص في القناة الهضمية على صورته الكيماوية، فالمركبات العضوية مثل رابع إيثيل الرصاص يمتص بمعدل 90% في القناة الهضمية وتتركز أساساً في العظام ولحد أقل في الكبد والكلى والعضلات والجهاز المركزي العصبي، أما مركبات الرصاص غير العضوية فهي أقل إمتصاصاً في القناة الهضمية إذ تبلغ الكمية الممتصة منه $5 - 10\%$ بالنسبة للبالغين، $40 - 50\%$ بالنسبة للأطفال ومن الجدير بالذكر أن مركبات الرصاص غير العضوية لا تمتص خلال الجلد، ويفرز الرصاص الممتص أساساً في البول والبراز بمعدل $60 - 75\%$ منه، كما يتوقف معدل إمتصاص الرصاص على عوامل تغذية فيمتص بمعدل أكبر عند تناوله بعد صيام طويل (١٦ ساعة)، كما تزداد الكمية الممتصة منه بنقص الكالسيوم والحديد والزنك في الغذاء ويفسر ذلك إلى التنافس بين إمتصاص هذه العناصر وبين الرصاص في

مواقع الإمتصاص بالقناة الهضمية، كما تزداد الكمية الممتصة من الرصاص إذا كان الغذاء غنياً فى الكربوهيدرات فقيراً فى البروتين.

وتمثيل الرصاص فى الجسم يشبه تمثيل الكالسيوم، ويمكن للرصاص أن يحل محل الكالسيوم فى الجسم، ويخزن فى صورة فوسفات الرصاص فى العظام، والعوامل التى تساعد على تخزين الكالسيوم فى العظام تعمل بدورها على تخزين الرصاص، ولكن يعود الرصاص المخزن إلى الدم مسبباً مشاكل فى الكلى والجهاز البولى فى بعض الحالات كما هو الحال فى الشيخوخة حيث تفقد العظام عناصرها المعدنية والتى منها الرصاص الذى سبق أن حل محل الكالسيوم.

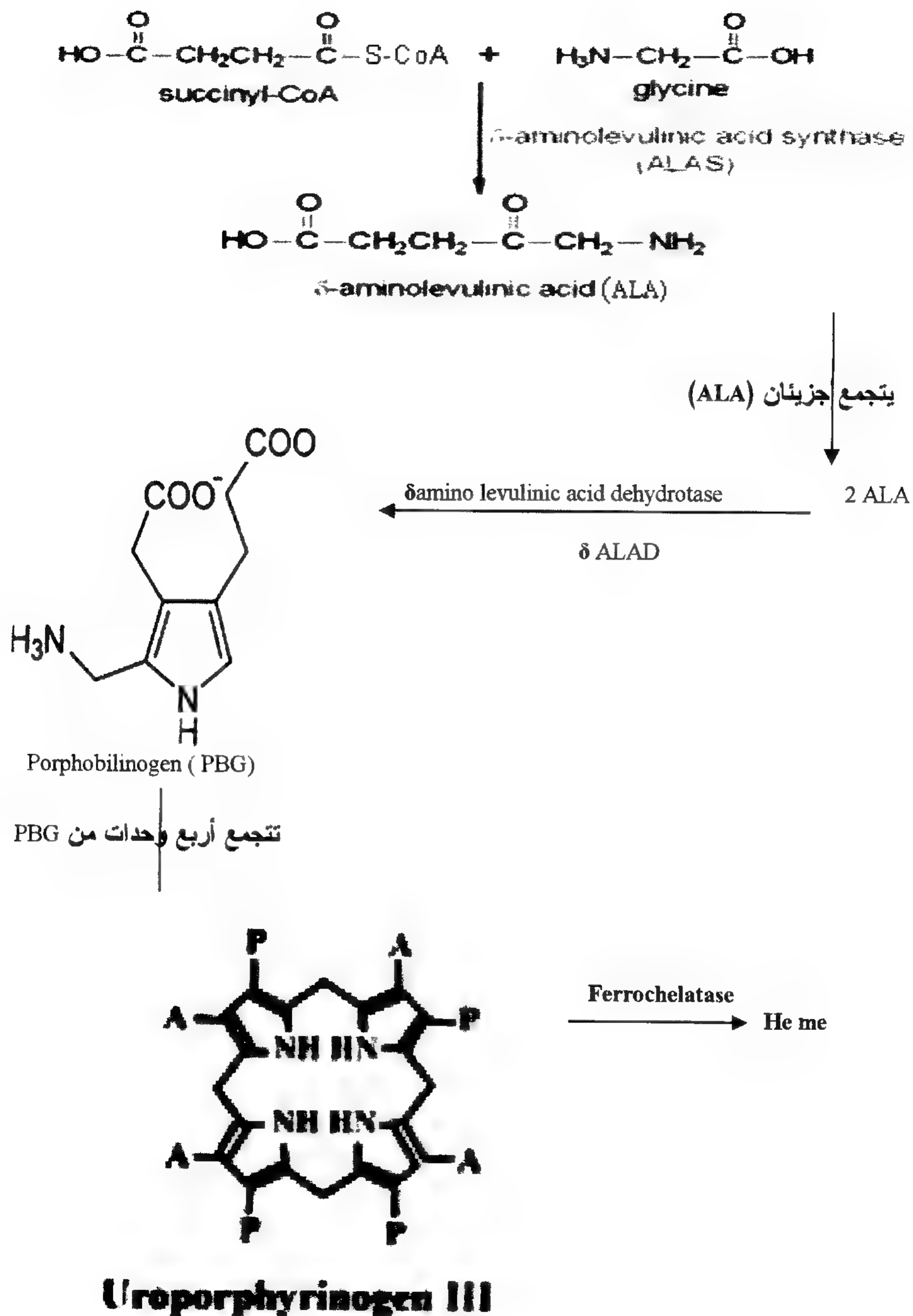
التأثير السام للرصاص وأعراض التسمم:

من الآثار الناجمة عن التلوث بالرصاص سوء الهضم والإمساك ونوبات شديدة من الألم فى البطن، الهزال وفقدان الشهية، والصداع وزيادة العرق وشحوب اللون. وتعمل مركبات الرصاص على تثبيط كثير من التفاعلات الحيوية الهامة فى الجسم حيث وجد أن الرصاص فى الدم يعيق إفراز حمض اليوريك مما يؤدى إلى الإصابة بمرض النقرس. كما ينشأ عن التسمم المزمن الأنيميا، وذلك نتيجة انخفاض نسبة الهيموجلوبين بالدم مما يؤدى إلى تلون اللثة بلون أزرق عندما تصل نسبة الرصاص فى الدم (٠,٦ - ٠,٨ جزء فى المليون) مع إصابة المريض بإضطرابات نفسية وذهنية حيث يصاب بالتخلف العقلى، وصعوبة التعلم وفقدان النطق أو العمى والإفراط فى الحركة، والميل للسلوك العدوانى وخلل الجهاز الهضمى وتلف الكلى. وتتوقف هذه الأعراض على درجة التلوث إذ يوجد للتسمم بالرصاص ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى:

وهى مرحلة لاعرضية Asymptomatic حيث لا يصاحبها تغير فى سلوك العضو أو إختلال فى وظيفته، ومن الأعراض المبكرة للتسمم البسيط بالرصاص هو الأنيميا البسيطة، إذ يسبب الرصاص خللاً فى تخليق الدم حيث أنه يثبط الأنزيمات اللازمة لتخليق الدم.

لذلك فإن إرتفاع مستويات الرصاص بالدم يسبب أنيميا وقصر مدة حياة الكرات الحمراء ويمثل التخطيط التالى ميكانيكية تكوين الهيم:



المرحلة الثانية:

وهى مرحلة ظهور الأعراض Symptomatic حيث تكون الأنيميا واضحة كما يظهر خلل بالجهاز العصبى المركزى والذي تتمثل فى زيادة الحركة، وتهور السلوك، وخلل الإدراك الحسى، وإرتعاش العضلات، وعدم القدرة على التنسيق فى الحركات وبطء الفهم وفقدان الذاكرة، وعدم الشعور بالراحة. ويصل مستوى الرصاص فى هذه المرحلة فى المخ والكبد ٥ - ١٠ أضعاف نسبته فى الدم مما يؤدى إلى تدمير المخ والجهاز العصبى.

المرحلة الثالثة:

وفىها تصل حدة التسمم إلى حد بعيد ومن أعراضها الفشل الكلوى والتشنج والإغماء والموت، وتحدث هذه الحالة نتيجة لبعض الحوادث الصناعية كتناول دهانات المنازل وتعاطى كميات كبيرة من بعض الخمر مثل moonshine whisky. وقد وجد أن أكثر حالات التسمم البسيطة بالرصاص تحدث بسبب تلوث مياه الشرب. ويوضح الجدول التالى (٤٥) العلاقة بين مستوى الرصاص بالدم وأعراض التسمم الناجمة عنه

جدول (٤٥) العلاقة بين مستوى الرصاص بالدم وأعراض التسمم بالرصاص

أعراض التسمم بالرصاص	مستوى الرصاص بالدم (مجم / ١٠٠ مل)
نقص الهيموجلوبين	٢٥ - ٥٠
أنيميا حادة	٥٠ - ٦٠
زيادة الحركة - قلة الإنتباه - العدوانية - خلل الجهاز العصبى	أكثر من ٦٠ وأقل من ١٢٠
قلة الفهم - فقدان الذاكرة - الفشل الكلوى - العمى - الموت	أكثر من ١٢٠

ويعتبر الأطفال والحوامل أكثر تأثراً بمركبات الرصاص. فهناك علاقة واضحة بين زيادة تركيز الرصاص فى جسم الأطفال ومستوى ذكائهم، إذ إن الرصاص يعيق نمو خلايا المخ والخلايا العصبية لهؤلاء الأطفال، كما وجد أن ٠,٦ جزء فى المليون من الرصاص فى دم الأطفال يؤدى إلى تسمم واضح والموت. وقد يرجع شدة تأثير الأطفال بالتركيزات القليلة من الرصاص لقلة محتوى جسمهم من الدم.

كما توجد علاقة بين الحوامل ومركبات الرصاص وأثر ذلك على الأطفال فقد وجد أن تركيز ٧ - ٨ مجم رصاص / ١٠٠ مل من دم الحامل يؤدي إلى تراكم الرصاص في الجنين وولادة أطفال لديهم تشوه خلقى أو أطفال ناقصى الوزن لديهم محتوى مرتفع من الرصاص في الدم (٢٥ μg / ١٠٠ مل) مما يجعلهم ذوى مقدرة ضعيفة للإستجابة للمؤثرات الضوئية والبصرية.

الإحتياطات الواجب مراعاتها لتقليل الآثار الضارة عن التلوث بالرصاص

- ١- عدم إستخدام العلب الملحومة بسبيكة لحام من القصدير والرصاص.
- ٢- تعبئة العصائر فى عبوات زجاجية أو ورقية كرتون مبطن برقائى الألمونيوم والبولى إيثلين.
- ٣- عدم إضافته إلى البنزين فى آلات الحرق الداخلى.
- ٤- العناية بعمليات تنظيف وتقسير الخضروات والفاكهة والتخلص من الأجزاء غير القابلة للأكل.
- ٥- غلى الفاكهة والخضروات بعد تقشيرها قد يخفض من محتواها من هذا العنصر جدول (٤٦).

جدول (٤٦) تأثير عمليات الإعداد والتجهيز على محتوى بعض الخضروات من الرصاص (μg / كجم)

عملية الإعداد	فاصوليا خضراء	جزر	قنبط	كرنب	بطاطس
المادة الخام	٤٥	٦٠	٦١	٤١	٢٩٩
تنظيف ميكانيكى	٤٠	٤٤	٣١	-	٧٢
تنظيف وغسيل	٢٥	٤٥	٢٨	٢٧	-
تقسير وغسيل	-	٣٤	-	٢٣	٢٤
غليان ثم تقشير	٢٨	-	٢٦	-	٢٧
تقسير ثم غليان	-	٣٦	-	٢٣	٢٤

الزئبق (Hg) Mercury

وجوده واستخداماته:

يعتبر الزئبق الفلز الوحيد الموجود فى صورة سائلة على درجة الحرارة العادية. وزنه الذرى ٢٠٠,٥٩ ورقمه الذرى ٨٠ وهو واسع الإنتشار فى البيئة إذ يوجد فى القشرة الأرضية فى صورة كبريتيد أحمر يسمى سينابار Cinabar ومنه يستخلص الزئبق.

ويستعمل الزئبق وأملاحه فى كثير من العمليات التصنيعية الكيماوية والكهربائية والطبية. فيستخدم الزئبق النقى فى علاج إنسداد الأمعاء bowl obstructtract، وفى صناعة بعض المراهم ammoniated mercury وصناعة بعض الأصباغ، والبطاريات والترمومترات والمصابيح الكهربائية، وإستخلاص الذهب والفضة، وصناعة الورق لإزالة المواد الغروية.

وتستخدم أملاح الزئبق فى تطهير المعدات الطبية، وصناعة المبيدات خاصة تلك المقاومة للطحالب والفطريات التى تصيب محاصيل الحبوب قبل حصادها، مثل أمراض اللفحة والتبقع والتفحم، حيث يستخدم مركب إيثيل الزئبق ومثيل الزئبق فى مقاومة هذه الأمراض، ويستخدم إيثيل الزئبق فى معالجة تقاوى العديد من الحبوب. ويستخدم أكسيد الزئبق فى معالجة قاع السفن لحمايتها من الطحالب وبعض القواقع.

مصادر التلوث بالزئبق

تعتبر البيئة المائية من أكثر البيئات عرضة للتلوث بالزئبق، وذلك من المخلفات الصناعية التى تحتوى على الزئبق ويلقى بها فى هذه البيئة لتصل فى النهاية إلى الأنهار والبحيرات، حيث تتحول مركبات الزئبق غير العضوية فى رواسب هذه الأنهار إلى مركبات عضوية مثل ميثيل الزئبق الشديدة السمية ومنها ثنائى ميثيل الزئبق Dimethyl mercury الذى يزداد معدل تكوينه فى الوسط القلوى، وهو أكثر قابلية

للتطاير عن أحادي مثيل الزئبق Mono methyl mercury والذي يزداد معدل تكوينه في الوسط الحامضي. ويحدث التحول من الصورة غير العضوية إلى الصورة العضوية بفعل بعض الميكروبات التي تضيف مجموعة المثل بيولوجياً Biological methylation إلى الصورة غير العضوية. ومن هذه الميكروبات بعض البكتيريا مثل: *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *E. coli* وبعض الفطريات مثل *Neurospora*, *Aspergillus*.

وتعتبر صناعة الكلور والصودا الكاوية من كلوريد الصوديوم أحد المصادر المهمة لتلوث الهواء بعنصر الزئبق، حيث ينبعث ٠,١ - ٢ كجم من الزئبق في صورة بخار زئبق لكل ٢٠٠ كجم كلور، ومن مصادر تلوث الهواء بالزئبق الأصباغ ومحطات الطاقة التي تعمل بالفحم ويسبب بخار الزئبق أثراً خطيراً على الجهاز العصبي. ومن مصادر التلوث بالزئبق أيضاً أحجار البطاريات الصغيرة والتي تستخدم في الكاميرات وسماعات الأذن والتي يمكن أن يبتلعها الأطفال. كما قد يتلوث اللبن عن طريق استعمال المراهم المحتوية على الزئبق لمقاومة الطفيليات التي تصيب الحيوانات الحلابة وكذلك من الحبوب المعالجة عند تغذية الحيوانات عليها مما يؤدي إلى إفرازه باللبن، كما يعتبر شرب الحيوانات من مياه المجاري المائية المحتوية على مخلفات بعض المصانع إحدى مصادر التلوث. وقد ينتقل الزئبق عن طريق الهواء الجوي، إذ يولد بخاراً على درجات الحرارة العادية ينطلق باستمرار في الهواء المحيط. ويزداد ذلك بالعمليات الصناعية التي تستخدم فيها الحرارة.

أمثلة لتلوث بعض الأغذية بالزئبق

يحتوي غذاء الإنسان العادي على ما لا يقل عن ٥ µg / كجم من الغذاء. ويبين الجدول (٤٧) متوسط كمية الزئبق في بعض الأطعمة.

جدول (٤٧) متوسط محتويات بعض الأغذية من الزئبق

المادة الغذائية	الزئبق µg / كجم جاف	المادة الغذائية	الزئبق µg / كجم جاف
الأسماك	٢٠٠	الخضروات	١٠
الحبوب	١٠	منتجات الألبان	٥
اللحوم	١٠	أطعمة أخرى	٥

ومن الجدول يتضح ان معظم الأغذية (عدا السمك) تحتوى على نسبة ضئيلة من الزئبق فى صورة مثيل الزئبق تقل عادة عن ١٠ جزء فى المليون.

الأطعمة البحرية:

تعتبر الأطعمة البحرية المصدر الرئيسى للزئبق فى غذاء الإنسان، إذ يصل تركيز الزئبق بها ألف ضعف الموجود بالبيئة، كما أن المحارات يتجمع فيها الزئبق من البيئة المائية لمعدل يصل إلى ثلاثة آلاف ضعف الموجود فى الوسط المائى الموجودة به. وتشير الأبحاث أن ٩٩٪ من أسماك العالم تحتوى نسبة من الزئبق أقل من ٥٠٠ µg / كجم فى المياه غير الملوثة وتزيد هذه النسبة فى أسماك المياه الملوثة لأكثر من ١٠٠٠ µg / كجم، وتحتوى الأسماك الكبيرة مثل التونة والماكريل على نسبة أعلى من الزئبق عن الأسماك الصغيرة مثل السردين، ويرجع ذلك إلى طبيعتها المفترسة (للأسماك الأخرى). كما تحتوى الحيوانات البحرية (الجمبرى - الأصداف) على تركيزات عالية أيضاً بسبب طول مدة حياتها بالمقارنة بالأسماك.

ورغم ان المخلفات الصناعية التى تصرف فى الأنهار والمجارى المائية تحتوى على تركيزات ضئيلة من الزئبق لا تتجاوز ٠,١ جزء فى المليون، إلا أنه ونظراً للخواص التراكمية للزئبق داخل الأنسجة الحيوانية، فقد يصل تركيز الزئبق فى أنسجة بعض الأسماك إلى حوالى ٥٠ جزء / مليون، أى أن معامل التراكم يبلغ ٥٠٠ ضعف من المياه الملوثة. وتقوم الأسماك بتجميع وتخزين الزئبق فى صورة فنيل الزئبق الذى يرتبط ببروتينات هذه الأسماك بواسطة إحدى ذرات الكبريت. ويبين الجدول (٤٨) تركيز الزئبق (جزء فى البليون) فى مياه نهر النيل وأسمك البلطى والبياض التى تم صيدها منه فى نطاق القاهرة الكبرى.

جدول (٤٨) تركيز الزئبق فى مياه نهر النيل وأسمك البلطى والبياض (جزء/ البليون)

المنطقة	ماء النهر	السمك البلطى	السمك البياض
شبرا الخيمة	٣,٥٦	٣,٠٦	٢,٧٦
إمبابة	٣,٥٩	٠,٢٩	٤,٧٣
التحرير	٣,٤٩	٨,٥٩	٤,٧٤
الجيزة	٣,٠٤٦	١,٤٦	١,٠٢
المعادى	٣,٣٩	٠,٣٩	٢,٣٤

ونظراً لأن مركبات الزئبق منها ماهو قابل للتطاير، لذا قد ينخفض محتوى الزئبق في الأسماك نتيجة المعاملات الحرارية ويوضح الجدول (٤٩) تأثير المعاملات المختلفة على محتوى الزئبق في الأسماك.

جدول (٤٩) تأثير المعاملات المختلفة على محتوى الزئبق في الأسماك (ميكروجرام / جرام)

نوع السمك	المعاملة	محتوى الزئبق في العينة الخام	محتوى الزئبق في العينة المعاملة
الأنشوجة	قلي	٠,٢٠٠	٠,١١٧
	تخليل في الخل	٠,٢٠٠	٠,١٣٠
التونه	قلي	٠,٣٨٠	٠,٢٩٠
	طهى مع الطماطم	٠,٣٨٠	٠,٢٦٠

حيوانات المزرعة:

تركيز الزئبق في حيوانات المزرعة أقل بكثير من تركيزه في الحيوانات المائية، فتحوى عضلات الماشية على ٠,٠١ - ٠,٠٤ مجم / كجم، وقد يتلوث اللبن بالزئبق عن طريق لحس الحيوان للمراهم المحتوية على الزئبق والتي يعالج بها لمقاومة الطفيليات، وكذلك عن طريق استخدام الحبوب المعالجة بالزئبق في تغذية الحيوانات. وبتقدير الزئبق في عينات عشوائية من لبن مبستر وآخر معقم من مدينة الزقازيق بجمهورية مصر العربية كان تركيز الزئبق ٠,٠٨٦ جزء / مليون في اللبن المبستر، ٠,٠٩١ جزء / مليون في اللبن المعقم أما لحوم الدواجن وخاصة الطيور الجارحة وكذا لحوم الخنزير والتي تتغذى على مساحيق الأسماك فقد تحتوى على نسبة أعلى من الزئبق مقارنة بلحم البقر.

الحبوب:

حدثت حالات تسمم خطيرة بمركبات الزئبق في عديد من الدول نتيجة تناول الإنسان أو الحيوان حبوب تقاوى سبق معاملتها بمركبات الزئبق للقضاء على بعض الفطريات التي تفتك بها، وذلك أدى إلى تسمم مباشر أو غير مباشر ومن أمثلة ذلك ما حدث سنة ١٩٧٢ بالعراق حيث بلغت حالات التسمم ٦٠٠٠ حالة وكان عدد الوفيات ٥٠٠ وفاة.

الإحتياجات الغذائية والتشريعات الخاصة بالزئبق:

الحد المسموح بالزئبق فى السمك والمحارات تبعاً FAO = $500 \mu\text{g}$ / كجم وذلك ايضاً فى معظم دول العالم مثل الولايات المتحدة وسويسرا، أما فى ألمانيا فالحد المسموح به فى السمك $1000 \mu\text{g}$ / كجم بشرط ألا تزيد نسبة مثيل الزئبق عن ٦٥٪ من إجمالى مركبات الزئبق. وبالنسبة للأغذية الأخرى غير السمك فإن الحد المسموح به حسب WHO = $5 \mu\text{g}$ / كجم. وفى اللبن ومنتجاته فإن الحد المسموح به فى معظم دول العالم هو $10 \mu\text{g}$ / كجم وتبعاً لهيئات FAO/WHO، فإن الحد الأقصى المسموح به من الزئبق إسبوعياً لا يتجاوز ٠,٣ مجم / للفرد أى ما يعادل ٠,٠٠٥ مجم / كجم من وزن الجسم. والإحتياجات الغذائية من الزئبق أقل بكثير من الحد الأقصى المسموح به، وتعطى الأسماك حوالى ٨٤ - ١٠٠٪ من إحتياجات الإنسان الغذائية من الزئبق. والجرعة المميتة من الزئبق هى واحد جرام وبتقدير كمية الزئبق فى الأنسجة لأشخاص ماتوا نتيجة التسمم بالزئبق (كما فى العراق سنة ١٩٧٢) كانت تلك الكمية ١٥ جزء / المليون فى الدم، ٨ - ٩ جزء / مليون فى أنسجة الكلى.

إمتصاص وتثيل الزئبق:

الزئبق سم تجمعى يخزن أساساً فى الكبد والكلى، ويختلف معدل إمتصاصه وتراكمه باختلاف العضو والصورة التى يوجد عليها الزئبق. فالزئبق فى صورة معدن نقى قليل الإمتصاص فلا يمتص منه أكثر من ٠,٠١٪ فى القناة الهضمية، والباقى يطرده الجسم، وليس من المحتمل أن يسبب تسمماً لذا يستخدم فى علاج إنسداد الأمعاء.

أما مركبات الزئبق غير العضوية وهى قابلة للذوبان فى الماء فيمتص منها حوالى ٢٪ ويؤدى ذلك لأضرار بالكلية وزيادة اليوريا بالدم Uremia وإحتباس البول Anuria والتسمم الحاد بأملاح الزئبق المعدنية يسبب فشل كلوى. ومن الأعراض المبكرة للتسمم بمركبات الزئبق غير العضوية اضطراب القناة الهضمية وآلام البطن والغثيان والقئ والإسهال الدموى وإضرار الكلى. والجرعة السامة للكلية أكثر من ١٥٧ جزء / مليون من أملاح الزئبق.

أما مركبات الزئبق العضوية وهي ذائبة في الدهون فهي اشد سمية وتسبب تسمماً للجهاز العصبى، ويسبب التسمم الشديد فقد حساسية الجلد. وتختلف الكمية الممتصة منه باختلاف نوع الزئبق، ففي تجارب على الفئران يمتص ٢٠٪ منها إذا كان الزئبق في صورة خلات زئبق أما إذا كان في صورة مثيل الزئبق Methyl mercury والذي هو أحد ست مواد شديدة السمية في البيئة فهو يمتص تماماً في القناة الهضمية، وينتقل بسرعة في مجرى الدم حيث يرتبط بكرات الدم الحمراء وبروتينات البلازما ثم ينتقل إلى الكلى والقلولون والعضلات كما يتجمع في المخ. ويقال أن تركيز مثيل الزئبق في المخ يعادل عشر مرات الموجود بالدم، كما أن تركيزه في دم الأجنة يزيد عن الموجود بدم الأمهات، وقد يعزى ذلك لزيادة هيوجلوبيين الدم في دم الأجنة.

أما أبخرة الزئبق فهي سامة وتنتقل إلى خلايا المخ حيث تتأكسد مما يؤدي إلى التسمم، إذ يحدث تحطيم غير عكسي للنظام العصبى وتكسير في الكروموسومات.

التأثير السام للزئبق وأعراض التسمم :

جميع مركبات الزئبق سامة للكائنات الحية بدرجات متفاوتة، إلا أن مركبات الزئبق العضوية أشدها سمية وخطورة لأن الجسم البشرى يمكنه طرد مركبات الزئبق غير العضوية عن طريق البول. وعموماً فمن ظواهر التسمم بالزئبق في الحالات الخفيفة: الصداع والشعور بالتعب وضعف الحس في الأطراف واليد وحول الشفاه. وفي الحالات الشديدة يحدث تلف للكبد والجهاز العصبى المركزى مما يؤدي لعدم القدرة على تنسيق الحركات وعدم وضوح الكلام وتشوش الرؤية والعمى وفقد السمع والموت في النهاية. كما أن تعرض الحامل لمثيل الزئبق تعطى مولوداً متخلفاً عقلياً مع احتمال إصابته بالشلل وقد وجد أن حالات الوفاة بين الحوامل أعلى. وللزئبق القدرة على اختراق الأنسجة الواقية للجنين في بطن الأم والوصول إلى الجنين، وإحداث تلف بالمخ.

وفي بعض حالات التسمم قد يحدث شفاء تدريجى بعد مرور ٢ - ٣ أشهر من إنقطاع التعرض لمركبات الزئبق، وذلك مع تناول المريض بعض المركبات التي تتحد مع مركبات الزئبق مثل المواد المكابشة والتي منها Dimercaprol فهي من المواد التي تقلل أو تعطل التأثير السام للزئبق خاصة إذا أعطيت مبكراً وقبل بدء الزئبق مفعوله،

كما أن إستخدام مدرات البول مثل المانيتول من المواد التى تدخل فى علاج وإسعاف التسمم بالزئبق.

ملحوظة: من أعراض التسمم بالزئبق إرتفاع مستوى مثيل الزئبق بالدم (٠,٢ mg / مل) وإرتفاع زئبق البول (٠,٣ مجم / يوم) ووجود بروتين بالبول Proteinurea ووجود دم بالبول Hematurea.

الكاديوم (Cd) Cadmium

وجوده وإستخداماته:

يوجد فى الطبيعة حيث يوجد الزنك. ووزنه الذرى ١١٢,٤١ ورقمه الذرى ٤٨. وتوجد مركبات الكاديوم فى صورة مؤكسدة فقط، ومكوناته العضوية غير ثابتة، ويكون مركبات معقدة مع NH_3 , Cn , Br , Cl كما أن له القدرة على الإرتباط بالمركبات المحتوية على الكبريت وكذا المحتوية على الأكسجين. كما يوجد الكاديوم فى وقود الديزل المستخدم فى سيارات النقل وبعض الموتورات المستخدمة فى الزراعة والصناعة، ويعتبر ذلك مصدراً لتلوث الخضر والفاكهة خاصة فى الحقول القريبة من الطرق (كالطريق الزراعى القاهرة - إسكندرية) فقد وجد أن تركيز الكاديوم يقل كلما بعدت المسافة عن الطريق. كما تعتبر الفضلات الآدمية مصدراً رئيسياً للكاديوم فى التربة، وكذلك الأسمدة الفوسفاتية، وتقدر كمية الكاديوم التى تصرف فى البحار بأكثر من ١٠٠٠ طن سنوياً. كما ينتج الكاديوم كناتج ثانوى من مناجم الرصاص والزنك. كما يوجد فى التبغ وغيره من المحاصيل الزراعية خاصة التى تسمد برواسب الفضلات الآدمية كما يوجد فى المياه نتيجة تلوثها من الأنابيب المجلفنة بسبائك من الكاديوم.

والكاديوم من المعادن التى تستخدم فى جلفنة المعادن الأخرى، وطلاء الأوانى لحمايتها من الصدأ حيث لايتأثر إلا قليلاً بالماء والهواء على درجة الحرارة العادية. كما يدخل فى اللحام وصناعة البطاريات والمبيدات الحشرية، والصبغات المستخدمة فى البلاستيك والمطاط الصناعى والألياف الصناعية واللدائن والحبر والدهانات، كما

يستخدم في سفن الفضاء والغواصات والصناعات النووية كمادة ماصة للنيوترونات، وفي صناعة الخلايا الشمسية. وصناعة الصواريخ النارية حيث يلون اللهب بلون أزرق، ويستخدم في مختبرات الأدلة الجنائية للكشف عن البصمات.

مصادر تلوث الأغذية بالكاديوم:

صرف مخلفات المصانع والمناجم المحتوية على مركبات الكاديوم مثل مخلفات صناعة البطاريات الجافة والأصباغ، وكذلك المخلفات الأدمية في المياه. وإستخدام هذه المياه في الري وكذا إستخدام الأسمدة الفوسفاتية المحتوية على الكاديوم، ومخلفات إحتراق الديزل.

وللكاديوم ميل للتجمع والتراكم في أنسجة الكائنات الحية النباتية والحيوانية، حيث يتراكم أولاً في الطحالب ثم الأسماك ومنها إلى الإنسان والحيوان خاصة تلك التي تتغذى على مخلفات ومساحيق الأسماك مثل الدواجن والخنازير.

أمثلة لتلوث بعض الأغذية بالكاديوم:

تحتوى معظم الأغذية على نسبة ضئيلة من الكاديوم أقل من ٥٠٠ μg / كجم عادة، ولكن تحتوى الأسماك والأغذية البحرية والكلى على نسب أعلى بكثير من ذلك، ويبين الجدول (٥٠) محتوى بعض الأغذية من عنصر الكاديوم (μg / كجم)

جدول (٥٠) محتوى بعض الأغذية من عنصر الكاديوم (μg / كجم)

المادة الغذائية	محتواها من الكاديوم (μg / كجم)	المادة الغذائية	محتواها من الكاديوم (μg / كجم)
الماء	١ - ٢١	اللحوم	٢ - ٦٩
الخبز	٢ - ٤٣	الأسماك	٥٠ - ٣٦٦
الفاكهة	٢ - ١٩	الكلى	١٠٠,٠٠٠
الخضر	٢ - ٥١	المحار	٢٠٠,٠٠٠ - ٣٠٠,٠٠٠

الكاديوم فى المنتجات النباتية:

لبعض النباتات مثل البطاطس والجزر وكذا الورقية كالخس والسبانخ وعيش الغراب القدرة على تجمع الكاديوم من التربة، فمثلاً يبلغ تركيز الكاديوم فى السبانخ كنموذج مجمع للمعدن ٦٥ µg / كجم، وفى البصل كنموذج أقل قدرة على تجمعه ١١ µg / كجم.

والعمليات التكنولوجية تأثير على محتوى هذه الأغذية من الكاديوم، حيث تؤدي عمليات التنظيف والتقشير والغسيل والطبخ وكذا التخلص من الأجزاء غير المأكولة إلى تقليل محتواها من الكاديوم. بينما يؤدي عملية تحضير بروتين فول الصويا المعزول Isolate إلى زيادة تركيز المعدن فى الناتج النهائى ويعمل ذلك بقدرة المعدن على الارتباط بالبروتين.

جدول (٥١) محتوى بعض الخضروات من الكاديوم وأثر العمليات التكنولوجية (µg / كجم)

عملية الإعداد	فاصوليا خضراء	جزر	قنبيط	كرنب	بطاطس
المادة الخام	٦	٢٧	٩	١٤	٢٥
تنظيف ميكانيكى	٥	٢٨	٩	-	٣٢
تنظيف وغسيل	٥	٢٥	٩	١٢	-
تقشير وغسيل	-	٢٢	-	١٣	٣٢
غليان ثم تقشير	٥	-	١٠	-	٢٩
تقشير ثم غليان	-	١٩	-	١٦	٢٢

فول صويا خام ٦٠ ميكروجرام / كجم

بروتين فول صويا معزول ١٩٠ ميكروجرام / كجم

الكاديوم فى المنتجات الحيوانية:

الكاديوم فى حيوانات المزرعة: يصل الكاديوم إلى حيوانات المزرعة عن طريق العليقة، ويتركز أساساً فى الكلى والكبد، ويرتفع تركيزه فى هذه الأعضاء بتقدم عمر الحيوان، فقد وجد أن تركيز الكاديوم فى أنسجة الكلى لحيوان عمره ٣,٥ شهر وآخر عمره ٥ سنوات تبلغ ٢٤٥ µg، ٩١٧ µg / كجم على التوالى.

ويوجد الكاديوم في اللبن بتركيزات عالية نسبياً وقد يرجع ذلك لتغذية الماشية على علائق خضراء إستخدم في تسميدها فوسفات محتوية على الكاديوم، فقد قدرت نسبته في بعض الأبحاث في اللبن السائل ما بين ١٧ : ٣٠ μg / كجم، وفي نطاق القاهرة الكبرى تراوحت نسبته في اللبن ما بين ٣٠ : ٣٤٠ μg / كجم. كما أوضحت الدراسات أن وجود الكاديوم في العليقة يقلل من إنتاج اللبن. وأظهرت الدراسات بالنظائر المشعة أن الكاديوم ينتقل من بلازما الدم إلى اللبن.

وفي دراسة أجريت على أثر بعض العمليات التصنيعية للبن تبين كما هو في جدول (٥٢) أن نسبته في اللبن وبعض منتجاته أعلى من الحدود المسموح بها (وهي ٥ μg / كجم Carl,1991)

جدول (٥٢) الكاديوم وأثر العمليات التصنيعية (μg / كجم) باللبن

لبن مبستر	لبن معقم	لبن مركز	لبن مبخر	لبن مجفف
٣٨	٦٠	٤٣٨	٣١٨	٦٠٤

الكاديوم في الأسماك والأغذية البحرية:

من الأغذية المتوقع تواجد الكاديوم فيها بتركيزات مرتفعة الأسماك والأصداف حيث تصل في هذه المنتجات إلى أكثر من ٤٠٠ مجم / كجم ويتوقف ذلك على معدل تلوث المياه التي تعيش فيها هذه الحيوانات. ويبين الجدول (٥٣) تركيز الكاديوم في مياه نهر النيل في بعض مناطق القاهرة ونسبة هذا العنصر في أسماك البلطي والبياض في هذه المناطق.

جدول (٥٣) تركيز الكاديوم (جزء في المليون)

في مياه نهر النيل وسمك البياض والبلطي في بعض مناطق القاهرة الكبرى

المنطقة	ماء النهر	سمك بلطي	سمك بياض
شبرا الخيمة	٤٤	٥١	٨٥
إمبابة	٧٦	٣٢	٧٣
التحرير	٢٢	٧١	٢٤
الجيزة	٢٥	٣٠	١٦
المعادي	٢٥	٣١	٢٧

ملاحظات:

كان تركيز الكاديوم في عينات المياه لإحدى المزارع الخاصة بتربية السمك ٠,٣٤ جزء في المليون (أعلى من المعدل المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية WHO في المتوسط ٠,٠٠٥ جزء في المليون). وتركيزه في الجزء المأكول من السمك ٣,١ جزء في المليون (أعلى من الحد المسموح به من قبل WHO ٠,١ جزء / مليون)، وبتعرض السمك (معملياً) لتركيز ٥ جزء / مليون وصلت نسبة النفوق ٨٪ وبتعرض السمك أيضاً (معملياً) لخليط من الكاديوم (٥ جزء / مليون) والرصاص (٢٠ جزء / مليون) كانت نسبة النفوق ٨٨٪ بينما لم تسجل أى نسبة نفوق عند تعرض الأسماك لتركيز ٢٠ جزء / مليون رصاص فقط.

التشريعات الخاصة بالكاديوم:

الحد الأقصى المسموح بتداوله هو ٥٠٠ µg / إسبوعياً / للفرد أى حوالى ٧٠ µg / يومياً للفرد البالغ. وفي الماء ١ - ١٠ مجم / لتر وفي الأسماك ومنتجاتها ٠,١ جزء / مليون. وقد ظهرت أعراض تسمم الكاديوم في الفئران بجرعة ٢٥٠ µg / كجم.

تمثيل الكاديوم بالجسم

يمتص الكاديوم في القناة الهضمية، ويتوقف معدل الإمتصاص على العمر ونوعية الغذاء، فتزيد في صغار الحيوانات فقد وجد أن الكمية الممتصة في فئران عمرها ٢، ٢٤ ساعة تعادل ٢٠، ١٠ أضعاف على التوالي للحيوانات الكبيرة (٦ أسابيع). كما تتوقف الكمية الممتصة تبعاً لنوع الغذاء، فتزيد بإرتفاع الكالسيوم والبروتين والزنك في الغذاء، والكمية الممتصة في حالة التغذية على لبن تعادل ٢٠ ضعف الممتصة في حالة عدم وجود اللبن. ورغم أن الممتص من الغذاء في القناة الهضمية قليل (٣ - ٥٪) إلا أن ٤٠٪ من المستنشق يمتص، ولذا فإن السجائر مصدر للكاديوم المستنشق في صورة معدن أو أكسيد.

ويتوزع الكاديوم الممتص على جميع أعضاء الجسم خاصة الكلى والكبد والطحال وذلك بعد ٤٨ ساعة من دخول الجسم، ففي الجرعات الصغيرة فإن ٥٠٪ من الكاديوم يكون في الكلى والكبد والباقي في بقية الأعضاء، وفي الجرعات المتوسطة يعادل

المتجمع فى الكلى عشرة أمثال المتجمع فى الكبد، وفى الجرعات العالية يتساوى المتجمع فى الكلى مع المتجمع فى الكبد.

والكادميوم الممتص فى الجسم يتميز بطول مدة نصف حياته الحيوية Biological half life فهى تتراوح ما بين ٢٠ - ٤٠ سنة، ويعزى ذلك إلى إرتباطه ببروتين Metallo thionein وهو بروتين معدنى صغير الوزن الجزيئى يقوم بنقل المعادن خلال الجسم، وأن ٨٠ - ٩٠٪ من الكادميوم الموجود بالجسم يرتبط بهذا البروتين، وقد وجد أن تخليق هذا المركب يزيد بزيادة معدل الكادميوم والزنك بالجسم حيث يكون معه معقد يسمى Cadmium metallothionein complex ينتقل إلى الكلى ويرشح خلال Glomerulus ويعاد إمتصاصه فى نهاية الخلايا الأنبوبية Proximal tubular cells وفى هذه الخلايا يتكسر المعقد بإنزيمات Proteases لينطلق الكادميوم الذى يتلف الخلايا أو يعود لإرتباطه بالبروتين مرة أخرى وهذا مما قد يفسر لماذا تكون الكلى هى أكثر أعضاء الجسم تركيزاً فى الكادميوم رغم أن Metallothionein يوجد فى أعضاء أخرى، ونلاحظ أن بروتين Metallothionein لا يقلل من سمية الكادميوم، بل نجد أن معقد Cadmium metallothionein أكثر من سمية الكادميوم بمفرده.

التأثير السام وأعراض التسمم:

تعتبر الكلى أكثر الأعضاء تأثراً بالكادميوم فيزداد إفراز الجلوكوز والبروتين والأحماض الأمينية وحمض البوريك، يليها الكبد فالطحال حيث ينقص مستوى الإنسولين، كما يحتجز فى العظام فيجعلها هشة سهلة الكسر ويطلق على هذا المرض فى اليابان إسم Itai-itai الأيتاي إيتاي (Ouch ñ ouch) حيث ثبت تأثير الكادميوم على العظام فى نساء تغذت على أرز ملوث بالكادميوم. وكلمة Itai-itai كلمة يابانية (للتألم) نتيجة الآلام الناتجة عن العظام المشوهة وفى الجرعات العالية ٢٠٠٠ µg / كجم يحدث ضمور للخصى وغدة البروستاتا، إذ أن الكادميوم يعمل على قلة توارد الدم إليها مما يؤدي إلى نقص الأكسجين والمغذيات الواصلة إليها، كما قد يحدث للخصى موت موضعى Necrosis مع تحلل وفقد تام للحيوانات المنوية، كما أن الكادميوم يؤدي إلى زيادة معدل إفراز الأدرينالين وزيادة Dopamine فى المخ وهذه أعراض التسمم المزمنة. ومن أعراض التسمم الحادة الغثيان والقئ والإسهال وكثرة اللعاب. وهناك

أبحاث تشير إلى أن الكاديوم عامل رافع لضغط الدم ومسرطن، إلا أن هذه النتائج لم تتأكد في الإنسان. وهناك عناصر غذائية تقلل من سمية الكاديوم منها الزنك والسيلينيوم والنحاس والحديد وحمض الإسكوريك، وغير معروف بالضبط تفسير التأثير الواقى لهذه العناصر.

وفي حالة التسمم بالكاديوم يعطى المصاب اللبن وبياض البيض ومواد طاردة للسم (مسهل) Cathartics.

الزرنخ Arsenic

وجوده وإستخداماته:

هو معدن شديد السمية، قد يؤدي للموت السريع، ويرتبط عادة بحوادث القتل. وزنه الذرى 74,922 ورقمه الذرى 33. ويدخل الزرنخ ومركباته فى صناعة السيراميك والزجاج والغراء وحفظ الجلود الحيوانية والأخشاب، وكماة فعالة فى كثير من المبيدات مثل زرنخات الكالسيوم التى تستخدم مخلوطة مع الجير المطفاً ومسحوق الكبريت فى مقاومة دودة القطن، وزرنخيت الصوديوم الذى إستخدم كمبيد للحشائش وتجهيز الورق القاتل للذباب، ونظراً لسميته الشديدة فقد منعت كثير من الدول إستخدامه. وقد يدخل بجرعات دقيقة جداً فى تحضير بعض العقاقير الطبية.

مصادر التلوث:

يصاحب هذا العنصر العديد من خامات الكبريتيد المعدنية، فهو ينبعث من المسابك كملوث للهواء الجوى، كما يحتوى الفحم الحجري على نسبة من الزرنخ تنطلق منه عند إحتراقه، كما أن رماد الفحم يعتبر أحد المصادر الهامة للزرنخ الذى يمكن أن يذوب وينتشر فى المياه والتربة ملوثاً إياها وبذا يدخل فى السلسلة الغذائية للإنسان.

أمثلة لتلوث بعض الأغذية بالزرنيخ :

رغم أن كثيرا من الدول منعت استخدام الزرنيخ ومركباته لشدة سميته، إلا أنه ونظراً لسعة إنتشاره في الماضي وكثرة إستخداماته فهو يوجد في الطبيعة، ومعظم الأغذية وإن كان بنسب صغيرة ويوضح الجدول التالي (٥٤) وجود الزرنيخ في بعض الأطعمة.

جدول (٥٤) متوسط ما تحتويه بعض الأغذية من الزرنيخ (μg / كجم)

المادة الغذائية	مياه الشرب	اللحوم والأسماك	الخضروات النشوية	الحبوب	خضروات غير نشوية	منتجات ألبان
متوسط محتواها من الزرنيخ μg / كجم	٠ : ٢٠٠	٦٠,٢	١٣,٦	٨,٦	٢,٦	٢,٦

تمد المنتجات الحيوانية والحبوب والخضروات والنشوية أكثر من ٦٥٪ من الزرنيخ الذي يحصل عليه الإنسان في غذائه اليومي حيث يحصل الإنسان على ٢,٦ : ١٠٠ μg يومياً. ومعظم الزرنيخ الموجود في الأغذية يوجد في صورة مركبات عضوية منخفضة السمية.

الزرنيخ في الأسماك وبعض الأصداف :

تختلف نسبة الزرنيخ فيها باختلاف أنواعها فمثلاً الرنجة (٠,٨ - ١,٤٣ مجم / كجم) - سمك القد code (٠,٦ - ٧,٢٩) - الجمبرى (٣,٢ - ٢٥,٧) الإستاكوزا (١,٥ - ١٢٢).

الزرنيخ في الخضروات:

تتأثر مستويات الزرنيخ في الخضروات والبطاطس بدرجة كبيرة بعمليات التحضير والطبخ فمثلاً يؤدي التقشير، التنظيف والغليان إلى فقد كبير في الزرنيخ في الغذاء النهائي، فقد يصل الإنخفاض إلى ٧٠٪ في الخضروات بينما تتخلص البطاطس من الزرنيخ بصورة كاملة تقريباً.

الإحتياجات الغذائية والتشريعات الخاصة بالزرنيخ:

يحصل الإنسان يومياً في غذائه على حوالي ٢ - ١٠٠ µg زرنينخ يومياً، والحدود المسموح بها طبقاً لتقدير منظمتى الأغذية والزراعة (FAO) ومنظمة الصحة العالمية (WHO) هو ٢ µg زرنينخ في صورة أكسيد الزرنينخوز / كجم من وزن الجسم، والحدود المسموح بها في مياه الشرب ١٠ µg / لتر.

إمتصاص وتمثيل الزرنينخ بالجسم:

يمتص الزرنينخ خلال القناة الهضمية والجلد، وتختلف الجرعة المميتة من الزرنينخ عن طريق الفم طبقاً لنوع المركب ونوع الحيوان، وهي تتراوح ما بين ٥ - ١٠٠ مجم / كجم، كما تتوقف السمية على الصورة الكيماوية الموجودة عليها فالمركبات غير العضوية أشد سمية من العضوية أما غاز الأرسين Arsine فهو أقل سمية. وترجع سمية الزرنينخ إلى عدة عوامل منها:

١- إرتباطه بمجموعة SH العضوية مما يثبط الكثير من إنزيمات التنفس والتمثيل مثل Cytochrome oxidase, α ñ glycerol phosphate dehydrogenase, Lactic acid dehydrogenase

فجميعها حساس لمركبات الزرنينخ لإحتوائها على مجموعة SH.

٢- تشابه الزرنينخ وتمائله كيماوياً مع الفوسفور مما يؤدي إلى تداخل الزرنينخ في عمليات التمثيل الغذائي حيث يمنع فسفرة Adenosin diphosphate (ADP) وتحويله إلى Adenosine triphosphate (ATP) وهذا يؤدي إلى إيقاف إنطلاق الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية المختلفة.

٣- يؤدي الزرنينخ ومركباته خاصة في التركيزات العالية إلى الترسيب الكلى للبروتين.

ورغم وجود الزرنينخ في الدم فلا يعرف له دور في العمليات البيولوجية بالجسم، وهو يتجمع في الجلد والشعر والأظافر ولحد ما في العظام والعضلات، ونسبته العادية في الشعر (٠,٣ - ٠,٧ جزء / مليون) وفي الأظافر (١,٥ - ٤ جزء / مليون)،

وتزيد عن ذلك إذا زاد الزرنيخ الداخل للجسم، وتستخدم هذه الظاهرة في تشخيص حالات التسمم بالزرنيخ.

التأثير السام وأعراض التسمم بالزرنيخ :

يلاحظ أن زيادة الزرنيخ بالدم يؤدي إلى تكسير الكرات الدموية الحمراء. ومن أعراض تسمم الزرنيخ المزمنة نقص الوزن، فقد الشهية، إلتهاب الأغشية المخاطية، وإختلال القناة الهضمية، وقد يسبب سرطان الكبد والرئة.

ومن أعراض التسمم الحاد بالزرنيخ عن طريق الفم، آلام شديدة بالمعدة مع قيئ مستمر وإسهال وتبول دموى وشعور بإحترق في المريء وبرودة الجلد، وشحوب اللون وهبوط التنفس والشعور بالعطش وإنخفاض الضغط ثم غيبوبة وفوأة خلال أيام. والمستوى المميت ١ - ١٥ µg / مل دم.

ومن أعراض التسمم الحاد والتي تظهر في التحاليل هو إرتفاع نسبة الألبومين في البول والدم، ووجوده في الشعر والأظافر والبول والبراز مع تلف الجهاز البولي. وتعالج الأعراض الحادة بغسيل المعدة وإستخدام المحلول الملحي والجلوكوز لمعالجة الجفاف، وإستخدام مدرات البول لعلاج أوديم الرئة، ونقل دم طازج لعلاج التحلل الحادث بالدم.

السيلينيوم Selenium

وجوده وإستخداماته:

هو من العناصر النادرة والسامة في الجرعات العالية، وزنه الذرى ٧٨,٩٦ ورقمه الذرى ٣٤.

ويوجد مرتبطاً بعدد من المعادن مع الكبريت في الفضة والنحاس والرصاص والزنبق وغيرها، ويستخدم في العديد من الصناعات مثل الخلايا الضوئية، والبويات وصناعة الفولاذ وتلوين الخزفيات.

أهميته:

يوجد السيلينيوم فى الأغذية مرتبطاً مع الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت فى صورة Seleno ñ amino acids خاصة مع الميثيونين Seleno ñ methionine والسستئين Seleno cysteine ويمتص الجسم ٨٠٪ من السيلينيوم الموجود بالغذاء خاصة الأغذية النباتية. ويعمل السيلينيوم Prosthetic groups فيدخل فى تركيب العديد من الإنزيمات مثل Glutathion peroxidase ولهذا الإنزيم أهمية فى إزالة الأصول الحرة المتكونة فى عملية التمثيل الغذائى. ويحسن السيلينيوم من التأثير البيولوجى لفيتامين E كمضاد للأكسدة بالخلايا، كما ينشط الجهاز المناعى ويساعد فى زيادة النشاط والطاقة، وخفض نسبة الإصابة بالسرطان وقد يكون له تأثير مضاد لسمية بعض المعادن مثل الزئبق والكاديوم والفضة. ويقى الحيوان من مرض إبيضاض العضلات White muscles وهو عدم بناء العضلات وتعتبر نسبة ٠,١ مجم / كجم غذاء للحيوان كافية لعدم ظهور هذا المرض. ويتوقف مستوى السيلينيوم فى السلسلة الغذائية للإنسان على مستواه فى التربة الزراعية ومن المصادر الرئيسية للسيلينيوم فى الغذاء: اللحوم - الأسماك - البيض - منتجات الحبوب.

الاحتياجات الغذائية:

يوصى بمعدل ٥٠ - ٢٠٠ µg / يوم للبالغين، ٢٠ : ١٢٠ µg لإقل من ٦ سنوات، ١٠ - ٤٠ µg للأطفال. وعموماً فإن الجرعة التى يجب أن يحصل عليه الجسم ليقوم بوظائفه الطبيعية يجب ألا تقل عن ٤٠ µg يومياً والرجل ٧٠ µg والمرأة ٥٠ µg وقد وجد أن أعلى جرعة دون إضرار هى ٢٠٠ µg يومياً.

السيلينيوم فى المنتجات الغذائية :

يتركز السيلينيوم فى جذور النباتات، وعند تغذية الحيوان على هذه النباتات، وجد أن ½ ما يتحصل عليه الحيوان المجتر يبقى بالجسم أما الزيادة فيمكن للحيوان أن يتخلص منها. ويفرز بعض السيلينيوم المتحصل عليه مع الغذاء فى اللبن بنسبة تتراوح ما بين ٠,٠١ - ٠,٠٥ جزء / مليون، ويعتبر النسبة الأخيرة نسبة عالية، وتقوم الحيوانات بترشيح السيلينيوم من جسمها وتستمر فى ذلك حتى تنفق قبل أن يصل تركيز السيلينيوم فى جسمها إلى مستوى يجعل من إستهلاك ألبانها ولحومها سبباً فى

تسمم المستهلك. ويحتوى لبن الأبقار على ٠,٠٠٥ : ٠,٠٦٧ جزء / مليون بينما يحتوى لبن الإنسان ٠,٠١٣ - ٠,٠٥٣ جزء / مليون.

وقد أدى إعطاء الأبقار جرعات ٥٠ مجم سيلينات الصوديوم Na selenate أدى لرفع نسبة السيلينيوم فى اللبن إلى ٠,١٥٢ جزء / مليون وهى نسبة لا تمثل خطورة على الإنسان.

ويميل السيلينيوم إلى الفقد الجزئى أثناء المعاملات الحرارية نظراً لتطاير بعض مكوناته، كما تتأثر نسبته فى الأغذية بالعمليات التصنيعية مثل التجفيف والغليان والطهى.

التأثير السام وأعراض التسمم:

رغم أن السيلينيوم من العناصر الأساسية فى غذاء الإنسان والحيوان، إلا أن زيادته فى الغذاء أو العليقة تؤدى لحالات من التسمم بالسيلينيوم Selenosis، وقد لوحظ ذلك فى عدة دول التى تحتوى فيها التربة على مستويات مرتفعة من السيلينيوم كالصين، الولايات المتحدة الأمريكية، إستراليا، المكسيك وكندا وإسرائيل، وقد وجد أن وجود السيلينيوم بنسبة ٥ مجم / كجم عليقة تعتبر نسبة قاتلة للحيوان، كما أن زيادة السيلينيوم عن ٢٠٠ µg يومياً للإنسان يؤدى إلى التهاب الجلد والدوخة أو الدوار الأعمى Bland staggers، وتقصف الأظافر، وفقد الشعر، وإضطراب الهضم، وظهور رائحة الثوم فى التنفس. أما الجرعات العالية من السيلينيوم (١٠٠٠ µg / يومياً) فقد تؤدى لتلف الكبد ومشاكل فى القلب.

الألمونيوم Aluminum

وجوده واستخداماته:

يمثل الألمونيوم ٨٪ من القشرة الأرضية. وتستعمل أملاحه كمادة مضافة فى كثير من الصناعات الغذائية مثل صناعة الجبن المطبوخ والخبز واللحوم كأملاح إستحلاب أو مواد رابطة لتحسين القوام، أو كعوامل تبيض Acidifying agents مثل فوسفات الومينات الصوديوم Sodium aluminum phosphate وسليكات الألمونيوم Aluminum

silicate كما يدخل فى مركبات التجميل، وصناعة أدوات المطبخ ورقائق الألومنيوم aluminum foil ويستخدم فى الطب كمضاد للحموضة لمن يعانون مشكلات بالجهاز الهضمى، فقد وجد أن بعض الأفراد يتعرضون لكميات كبيرة من الألومنيوم نتيجة استخدام تلك الأدوية. وتستخدم كبريتات الألومنيوم فى تنقية مياه الشرب.

مصادر تلوث الأغذية بالألومنيوم:

يتلوث الغذاء بالألومنيوم من العبوات المتداول فيها. حيث يتأثر اللومنيوم بفعل محاليل الغذاء الحمضية والملحية، ويزداد التلوث بطول مدة التخزين وإرتفاع الحرارة ودرجة حموضة الغذاء. كما تزداد الخطورة فى حالة استخدام أوعية ألمونيوم رديئة الصنع حيث تزداد نسبة الشوائب بها (رصاص - كاديوم) وهى عناصر ضارة تجد طريقها إلى الغذاء مع الألومنيوم وتسبب أثراً ضاراً بصحة الإنسان خاصة الذين يعانون من مشاكل فى الكلى إذ أن عدم القدرة على إخراج الألومنيوم سوف يؤدى إلى إرتفاع معدلاته فى الدم، ويتداخل مع تمثيل كل من الكالسيوم والفوسفور، مما يؤثر على وظائف المخ وتكوين العظام. والأطفال أكثر تأثراً بالتلوث عند تعبئة أغذيتهم برفائق الألومنيوم.

الألومنيوم فى المنتجات الغذائية:

باستثناء الشاي وبعض التوابل، فإن معدل الألومنيوم الطبيعى قليل فى الأغذية، ومتوسط ما يأخذه الإنسان فى اليوم ٩ - ١٣ مجم. ويبين الجدول (٥٥) متوسط الألومنيوم فى بعض الأغذية.

جدول (٥٥) متوسط الألومنيوم فى بعض الغذية (مجم / كجم)

الغذاء	شاي	لبن أطفال	لبن مطبوخ	لحم	أسماك	فواكه	شاي	ماء شرب	خبز
مستوى الألمونيوم (مجم / كجم)	٠,٧٤٩	٠,٠٥	٠,٤١	٠,٢٨	٠,٥٠	١	٤,٥	٠,١٢	٥,٥

إمتصاص وتمثيل الألومنيوم:

تتوقف كمية الألومنيوم الممتصة بالجسم على الصورة التي يوجد عليها العنصر، فيقال أن ٧٪ منه تمتص إذا كان في صورة فوسفات أو سترات. ويخزن الألومنيوم الممتص في الكبد والكلى والطحال والعظام وأنسجة القلب.

الآثار الضارة للألومنيوم:

يقال أن هناك علاقة بين التلوث بالألومنيوم وأمراض الشيخوخة، إذ يؤدي زيادة معدله إلى فقد مؤقت في الذاكرة وخلل وشلل رعاش، ومرض من أمراض المخ مثل مرض الزهايمر، فقد أوضحت بعض الدراسات على تركيب المخ لبعض الأفراد الذين أصيبوا بمرض الزهايمر وجود كميات كبيرة من الألومنيوم، إلا أن آخرين فشلوا في إثبات هذه العلاقة مما يلقي بظلال من الشك على الألومنيوم كمسبب لهذا المرض.

النحاس Copper

إستخداماته :

تستخدم كبريتات النحاس كمضاد للطحالب في أحواض الزينة، وخزانات المياه التي تتعرض لنمو الطحالب الزرقاء، كما يستخدم النحاس في الصناعات الكيماوية وأنابيب المياه في المنازل وكانت تستخدم كبريتات النحاس في تثبيت اللون الأخضر في المواد الغذائية إلا أن القوانين تحذر من إستخداماته، كما أن المصانع إستبدلت الأوعية النحاسية بأوعية من معادن أخرى في التصنيع الغذائي، نظراً لأن النحاس يذوب في الأحماض العضوية التي تحتويها المواد الغذائية، كما أنه يؤثر على الصفات المرغوبة للمواد الغذائية فهو يتلف فيتامين C.

مصادر التلوث بالنحاس:

يحدث التلوث من مناجم النحاس وعمليات الإستخلاص وصناعة البرونز والطلاء الكهربائي والإسراف في إستخدام المركبات الزراعية المحتوية على النحاس مثل عجينة بوردو، وإستخدام بعض مركباته في المبيدات المستخدمة في رش الخضر والفاكهة.

النحاس فى المنتجات الغذائية :

رغم أنه يصعب عملياً تواجد النحاس فى غذاء الإنسان إذ أن القوانين تحذر من إستخدامه إلا أنه قد وجد بنسب عالية فى الخضر والفاكهة الطازجة نتيجة رشها ببعض أملاحه، لذا يجب ضرورة إزالة ما علق بها.

التأثير السام وأعراض التسمم بأملاح النحاس:

لأملاح النحاس تأثير سام قابض مهيج للمعدة إذا كان المتناول ٨٠ - ١٦٠ مجم. وتحدث سمية منه للحيوانات التى تتغذى على محاصيل العلف النامية فى أراضى ملوثة به، وتعتبر الأغنام أكثر الحيوانات حساسية للتسمم بالنحاس.

ويمتص النحاس فى الدم ويحدث تحللاً لكرات الدم. ومن أعراض التسمم بالنحاس تلون الأسنان باللون الأزرق وكذا اللثة واللسان، وقئ مخضر، أنيميا ومغص وإرتفاع اليوريا والكرياتين فى مصل الدم، وقلة التبول وتلف الجهاز البولى.

القصدير Tin

وجوده وإستخداماته ومصادر التلوث:

يوجد فى التربة بنسبة قليلة، ويدخل فى طلاء العلب الصفيح، ويوجد فى معظم الأغذية بمعدل ١ مجم / كجم غذاء، ماعدا الأغذية المعلبة (الخضر ٩ - ٨٠ مجم / كجم) والفاكهة (١٢ - ١٢٩ مجم / كجم) نظراً لتلوثها بالقصدير المدهون به العلب.

إمتصاص القصدير وأعراض التسمم:

إمتصاص القصدير بالجسم قليل، فيخرج معظمه فى البراز والكمية القليلة الممتصة منه تبقى بالكبد والكلى والعظام. والجرعة السامة المميتة منه للإنسان ٥ - ٧ مجم / كجم من وزن الجسم ومن آثاره السامة المزمنة إصابة الكبد وضعف النمو والأنيميا، فهو يعوق إمتصاص الحديد وتكوين الهيموجلوبين.

ولم تعرف للقصدير وظيفة بيولوجية ورغم أن القصدير يصنف ضمن المعادن ذات التأثير السام إلا أنه من الصعب التعرف على حالات يحدث فيها تسمم حاد أو مزمن ينسب للقصدير وحده عن طريق الأغذية المحفوظة في العلب.

الأنتيمون Antimony

وجوده ومصادر التلوث:

الأنتيمون عنصر سام وإن كان أقل سمية من غيره من المعادن. وينتشر في كثير من الأغذية، ويرجع مصدره أساساً إلى التلوث من أواني الطهي المطلية بمادة الإنامل، ومن مصادر التلوث أنابيب المطاط إذ يوجد خماسي سلفيد الأنتيمون كأحد مكونات أنابيب وحلقات المطاط. ونظراً لدخول الأنتيمون في الشبكة التي تصنع منها الأوراق المعدنية القصديرية والتي تستخدم في لف الجبن فإن هذه الأوراق قد تساعد على تلف الجبن، حيث يظهر الأنتيمون كصبغة بيضاء أو بنية على سطح الجبن نتيجة تأكسد وذوبان هذه الصفائح. ومن مصادر التلوث البطاريات والسيراميك - الطرطير المقى tartar emetic.

التشريعات الخاصة بالأنتيمون :

توصى التشريعات بوكالة حفظ البيئة (EPA) Enviromental protection agency ألا يزيد معدله في ماء الشرب عن ٠,١ مجم / لتر.

التأثير السام وأعراض التسمم :

تتوقف سمية مركبات الأنتيمون على قابليتها للذوبان، وعلى حالتها من حيث التأكسد (ثلاثية أو رباعية التكافؤ). وتؤدي زيادة التعرض للأنتيمون إلى إتهاب الجلد، الأغشية المخاطية، وإتهاب الملتحمة والصداع وفقد الوزن وهذه من الأعراض المزمنة. ومن مظاهر التسمم الحاد المغص والغثيان وإتهاب الجلد والكبد والكلى وعدم إنتظام التنفس وإنخفاض حرارة الجسم.

ملحوظة:

- ١- ثالث أكسيد الأنثيمون الذى يستخدم فى صناعة المينا لايمتص فى القناة الهضمية لعدم قابليته للذوبان.
- ٢- فى صناعة المينا يتحول ثالث وخامس أكسيد الأنثيمون إلى مينا أنثيمونات الصوديوم.
- ٣- لا يذوب الأنثيمون فى أحماض الغذاء إلا إذا تعرت الطبقة اللامعة للمينا والتي تحمى أكسيد الأنثيمون.

الكروم Chromium

مصادر التلوث:

يحدث تلوث التربة نتيجة للتخلص من الكرومات الناتجة عن عمليات دباغة الجلود والطلاء الكهربائى. وفضلات الصرف الصحى إذ تحتوى مياه الصرف الصحى على كمية من الكروم فى حدود $0.7 \mu\text{g} / \text{ml}$.

التأثير السام:

رغم أن الكروم أحد العناصر الغذائية الهامة فى عمليات تحول الكربوهيدرات فى الحيوان. إلا أنه أحد العناصر المسببة للسرطان، إذ ينشأ عنه سرطان الجهاز التنفسي للعاملين فى المصانع التى تستخدم الكرومات، وكذلك الذين يتعرضون لممدد طويلة للغبار المحتوى على الكروم.

ويتواجد الكروم فى صورتين الثلاثية والسداسية التكافؤ وقد تتحول الصورة السداسية إلى الثلاثية فى وجود المواد العضوية والكروم الثلاثى أكثر سمية للأسماك خاصة سمك السلمون. ويختلف التركيز السام للعديد من أنواع السمك من 0.2 : $5 \mu\text{g}$ / جم أما الصورة السداسية فهي أكثر سمية للنبات.

الفلور Fluorine

إستخدامه ومصادره:

يضاف الفلور إلى العديد من مصادر مياه الشرب، وذلك لحماية الأسنان من التسوس، والتركيز المناسب له في الماء (واحد ميكروجرام / مل) سواء من المصادر الطبيعية أو بالإضافة.

الآثار الضارة :

في المناطق التي يحتوى الماء فيها على تركيزات عالية من الفلور (أكثر من ١,٥ مجم / لتر) يصاب الأفراد بظاهرة عدم إنتظام الأسنان وقد يسبب إستخدام مياه تحتوى أكثر من ٣ : ٦ مجم / لتر إلى فلورة الهيكل العظمى (تشوه الأطراف).

الزنك Zinc

الزنك من العناصر الغذائية الدقيقة، فالنقص الشديد في الزنك يؤدي لقصر القامة، وتأخر النضج الجنسي.

الآثار الضارة :

يسبب الزنك تسمماً للنبات في حالة زيادة تركيزه بالتربة. وينتقل الزنك إلى الغذاء عن طريق الأواني الحديدية والمجلفنة ونادراً مايسبب تسمماً للحيوان أو الإنسان. والأعراض الشائعة تقتصر على القيء، ولم تحدث حالات تسمم في الإنسان تصل في شدتها إلى ظهور أعراض أخرى.

الباريوم Barium

من مصادره كربونات الباريوم المستخدمة كسم للفئران، أما كبريتات الباريوم فهي غير ذائبة وغير سامة.

ومن أعراض التسمم بالباريوم جفاف الفم - البراز الدموي - إسهال متبوع بإمساك - تشنجات زرقة الجسم - الشلل - انخفاض مستوى البوتاسيوم في المصل.

ويعالج تسمم الباريوم أو يسعف بغسيل المعدة بمحلول ٥٪ كبريتات الصوديوم،
يتبعه إعطاء كبريتات الماغنسيوم لترسيب الباريوم فى صورة كبريتات الباريوم.

الفضة Silver

مصادر التلوث:

صبغات الشعر، والمواد القاتلة للبكتريا Bactericidal agents.
أعراض التسمم: قى أسود عند بلعها. تأكل وتقرح الجفون عند وضعها فى العين.

الإسعافات:

إعطاء محلول كلوريد الصوديوم للترسيب فى صورة كلوريد فضة.
إعطاء بياض البيض للترسيب فى صورة بروتينات الفضة.
الحقن تحت الجلد بمحلول ٦٪ كبريتات صوديوم، ١٪ سيانات الحديد (واحد ٪).

الباريليوم Barilium

الأضرار: ينشأ عن إستنشاقه الكحة الشديدة وصعوبة التنفس.
وينشأ عن ملامسته للجلد الأديما وتقرح الجلد، وإلتهابه ووجود ورم حبيبي
Granuloma.

الإسعافات: إستخدام المضادات الحيوية، ومهدئات الكحة، إزالة الورم الحبيبي جراحياً
من الجلد.

مصادر التلوث: لمبات الفلورسنت.

الفوسفور Phosphorus

منه نوعان: الأحمر: وهو غير سام ولايمتص وينطلق منه غاز الفوسفين بفعل
الماء والحمض.

الأصفر: وهو شمعى يذوب فى الدهن سام ويحترق عند تعرضه للهواء، ويستخدم سم للقوارض

أعراض السمية:

السمية الحادة: غثيان - قيء - إسهال - رائحة الثوم - عدم إنتظام النبض - يرقان - قلة التبول - نقص الكالسيوم - التكرز tetany - تشنج. وينتج عن غاز الفوسفين إنخفاض الضغط - أديما الرئتين - عدم إنتظام القلب - تشنج - غيبوبة - موت.

السمية المزمنة: ألم أسنان - إنتفاخ الفك وتحلل الأنسجة Necrosis - ضعف - فقد الوزن - فقد الشهية - الأنيميا - تلف وظائف الكبد - دم وبروتين بالبول. الإسعافات: غسيل المعدة - معالجة فشل الكبد - العلاج الجراحى للفك.

الحديد Iron

مصادر التلوث:

تسمم الحوادث عند الأطفال - أدوية التقوية لعلاج الأنيميا أثناء الحمل (Tonics) وتظهر أعراض التسمم الحادة بعد ٦ - ٢٤ ساعة.

أعراض السمية والضرر:

إلتهاب القناة الهضمية - قيء - إسهال - وفى الحالات الشديدة: رعشة حادة - أديما الرئة - زرقة - تلف الكبد - براز أسود - ظهور الحديد معتماً فى المعدة عند الفحص بأشعة x (إكس).

الإسعافات: تجنب الغسيل المعوى - إستخدام ترياق معين هو Desferrioxamine.

الثاليوم Thallium

من المعادن النادرة السامة.

محتوى الأغذية من الثاليوم:

تحتوى الأغذية تركيز منخفض جداً من الثاليوم (ميكروجرام واحد / كجم) يحتوى عيش الغراب، الكرنب، الفجل، الشلجم كميات أكبر من الثاليوم مقارنة بالمحاصيل الأخرى ويتركز الثاليوم الموجود فى العليقة فى أنسجة العضلات والكبد والكلى.

الإحتياجات الغذائية: ٥ µg / يوم.

أعراض التسمم: تسمم القناة الهضمية والجهاز العصبى المركزى.

الفصل الرابع عشر

التلوث بالمبيدات

Pesticides contamination

مقدمة:

المبيدات مركبات كيميائية تستخدم في مقاومة الآفات التي تصيب النباتات الزراعية، والحشرات التي تضايق الإنسان بصفة عامة. فقد ثبت أن مايزيد عن ٥٠٪ من الإنتاج الزراعى فى الدول النامية يتلف بفعل هذه الآفات، هذا بجانب الأضرار الصحية التي تلحق بالإنسان نتيجة تلوث الغذاء بها. ففي الولايات المتحدة ورغم إتباعها نظاماً دقيقاً فى إستخدام المبيدات وجد أن أكثر من ٥٠٪ من المواد الغذائية ملوثة بهذه المبيدات، وأن أكثر من ٥٪ منها تحتوى بقايا أعلى من الحدود المسموح بها، فما بالك بما يحدث فى الدول النامية. ونظراً لمخاطر المبيدات فقد إتجهت بعض الجهات إلى إنتاج محاصيل آمنة غير معاملة بالمبيدات إلا أنها محدودة وغالية الثمن.

تقسيم المبيدات تبعاً لمجال إستخدامها ودورها: يوضح الجدول (٥٦) أقسام المبيدات الهامة.

جدول (٥٦) اقسام المبيدات الهامة تبعاً لمجال إستخدامها ودورها

المبيد	مجال إستخدامه	دوره
مبيدات حشرية Insecticides	الحشرات الضارة فى الحقول والمنازل ومخازن الحبوب والأخشاب والألياف والورق ومن أمثلتها D.D.T	تثبيط العمليات الأيضية (التمثيل الغذائى) ووقف السيالات العصبية بالحشرة فتشل حركتها وتقتلها.
مبيدات عشبية Herbicides	مقاومة الحشائش الضارة بالمحاصيل دون التأثير على النباتات الأخرى. وبعضها يبقى فى التربة قبل ان تتحلل بالحرارة والضوء وفعل الكائنات الدقيقة. وقد تصيب الأحياء المائية (الأسماك) بالضرر إذا تسرب بعضها للمجارى المائية (كبريتات النحاس)	تعرف بالمبيدات الجهازية إذ تتسرب إلى أجهزة التوصيل فى النبات فتعطل إنتقال الغذاء وتوقف عمليات الإنبات والبناء الضوئى وتكاثر وإنقسام الخلايا وبناء البروتين. وتسبب ضرراً للإنسان والحيوان عند التعرض لها (الجلد - العينين - الجهاز التنفسى)
مبيدات الفطريات Fungicides	مقاومة الفطريات التى تهاجم المحاصيل والبذور والأخشاب والجلود والمنسوجات ومنها أملاح الزئبق، النحاس ومسحوق الكبريت Hexachloroberyene (HCB)	تدمير العمليات الحيوية داخل الخلايا الحية للفطر وتحلل جدر خلاياها وتثبط إنزيماته الضرورية لحياته وتوقف قدرة الفطر عن النمو والتكاثر
مبيدات القوارض Rodenticides	تستخدم فى صورة طعم لمقاومة الفئران فى المنازل والمخازن والحقول. ومن أشهرها مبيد (وارفارين) والفوسفور الأصفر وفلوريد الزنك وفلوروخلات الصوديوم والأندرين endrin	تمتص فى الأمعاء وتوقف عمل الإنزيمات وتجلط الدم بوقف إنتاج البروثرومبين فى الكبد فيصاب الحيوان بنزيف دموى داخلى وقد يستمر عدة أيام حتى يموت الحيوان، وهناك مركبات أخرى تسبب تدميراً للمخ والرئتين والكبد والكلى والقلب بدرجات متفاوتة
مبيدات القواقع	تستخدم فى صورة طعم يوضع بين الحشائش أو جذوع الأشجار أو قنوات الرى	تخدير الجسم الرخو للقواقع وشل جهازه العصبى ومنع حركته وايقاف نموه وتكاثره.

المبيد	مجال استخدامه	دوره
مبيدات الطفيليات Parasitocides	تستخدم لمقاومة الطفيليات الخارجية والداخلية التي تصيب حيوانات المزرعة	حيث تثبط عمليات الأيض لهذه الطفيليات

ويستخدم في البيئة (سنة ٢٠٠٠) ما يقرب من أربعة ملايين طن سنوياً من المبيدات أى بمعدل ١/٢ كم من المواد السامة لكل شخص على سطح الأرض وذلك لحمايته وحماية غذائه من الآفات. وفي مصر تعدى حجم ما ينفق سنوياً على المبيدات ٣٦٠ مليون دولار سنة ٢٠٠١ إذ تستخدم مصر أكثر من ٢٠٠ مبيد بكميات تصل إلى أكثر من ١٩٠ ألف طن سنوياً وهذه الكمية تمثل ما يقرب من ٥٪ من جملة الإستهلاك العالمى وبفرض أن سكان مصر ٧٠ مليون نسمة عام ٢٠٠١ فإن الفرد فى مصر يستهلك ما مقداره ٥ دولار سنوياً وكمية تعادل ٢,٧ كجم سنوياً.

وتعتبر المبيدات الحشرية ومبيدات الطفيليات ومبيدات الحشائش من أهم المبيدات الملوثة للبن وغيره من الأغذية.

أولاً: مبيدات الحشرات Insecticides

يمكن تقسيم مبيدات الحشرات من حيث تركيبها الكيماوى إلى مبيدات غير عضوية ومبيدات عضوية.

أ- المبيدات الحشرية غير العضوية:

وهى تعرف بمبيدات الجيل الأول وكانت تستخدم حتى القرن السابع عشر. والجزء الفعال فيها إما أن يكون أحد الفلزات الثقيلة مثل مركبات الزرنيخ (أخضر باريس عبارة عن أملاح النحاس الزرنيخية) ومركبات الكاديوم ومركبات النحاس مثل كبريتات النحاس وأوكسى كلور النحاس.

وقد يكون العامل الفعال فيها لافلز. مثل مركبات الفلور ومنها فلوريد الصوديوم، والبوتاسيوم والباريوم. وهى سموم خطيرة وتنفق تأثيراتها السامة مركبات الزرنيخ. كما تشمل مركبات الفوسفور والكبريت والكلورات والبورات. وجميع المبيدات الحشرية غير العضوية مركبات طويلة البقاء فى البيئة ونظراً لأن عناصرها السامة ثابتة لذلك توقف حالياً استخدام معظمها.

ب- المبيدات الحشرية العضوية:

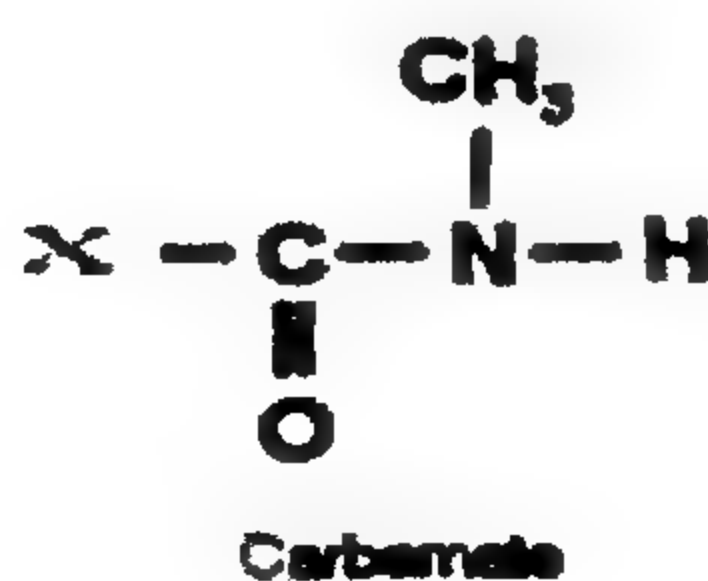
وهى تعرف بمبيدات الجيل الثانى ويوجد منها الآن أربعة مجموعات:

المجموعة الأولى: مركبات البيرثرويدات الطبيعية والمصنعة: Pyrethroids

وهى مبيدات ذات أصل نباتى ظهرت منذ القرن الثامن عشر منها مايستخرج من نبات الأقحوان Hrysanthemums ومن عائلة الدخان مثل Nicotin وتتميز هذه المواد بسرعة تحللها فى الضوء والهواء وقلة سميتها للإنسان والحيوانات الثديية لعدم هدمها فى أنسجة الحيوان وليس لها تأثير مزمن ومن هنا تظهر أهمية هذه المركبات فى رش الحشرات المنزلية ومعاملة الحبوب المخزونة والفاكهة ولكنها شديدة السمية للأسماك ويتجه الأثر السمي لها إلى الجهاز العصبى للحشرات فتصاب بالشلل. وهى مركبات معقدة التركيب. وقد تم إنتاج الكثير منها صناعياً بصورة أقل تكلفة من الطبيعية وأكثر ثباتاً منها ضد الضوء ومن أمثلتها: بيرمترين - ديكامترين - سيبرمترين - ريكود 962 - سوليسيدين 52.

المجموعة الثانية: مركبات الكاربامات Carbamate

ظهرت فى أوائل الخمسينات من القرن الماضى. وإستمر إستخدامها حتى اليوم على نطاق واسع، لقلة سميتها وعدم تراكمها فى البيئة. ورغم إستخدام أصولها النباتية منذ القدم فقد برزت كمركبات كيميائية على نطاق تجارى. وتركيبها كما فى الشكل



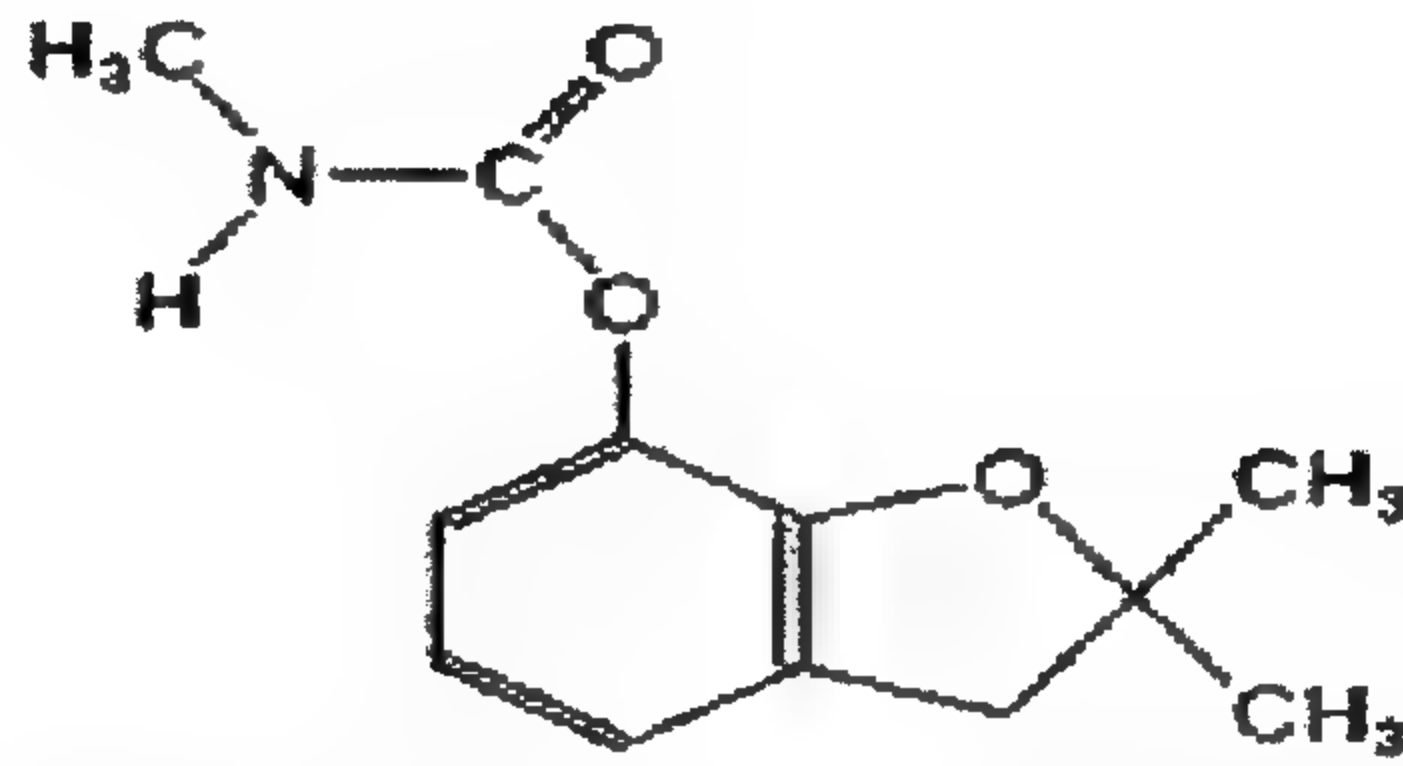
مركبات الكاربامات

حيث ترمز (x) لمجموعة كبيرة من المركبات الأليفاتية أو الحلقية التى تتفصل عن الجزئ وتحدث التسمم حيث تمتص عن طريق الجلد والفم والإستنشاق. وتعتمد فى فاعليتها على تعطيل الجهاز العصبى، حيث توقف عمل إنزيم أستيل كولين

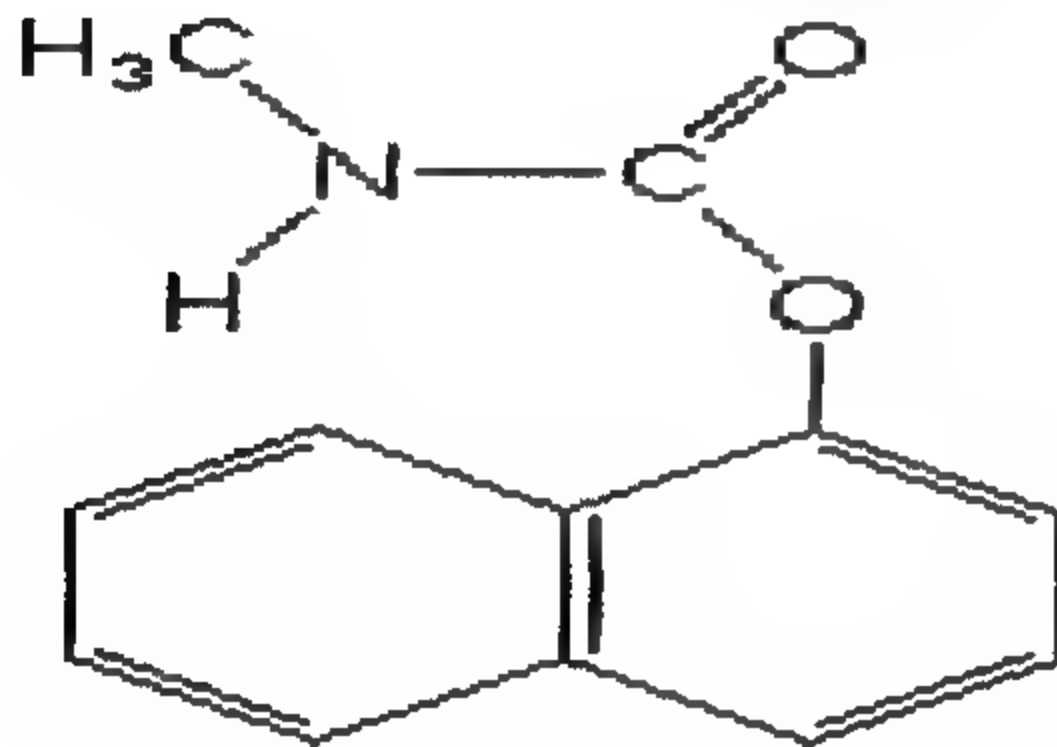
إستريز ، فتتراكم مادة أستيل كولين عند نقطة التشابك العصبية والعضلية وتصاب الضحية بالشلل وتموت.

ومركبات الكاربامات أكثر قابلية للتحلل من غيرها من المبيدات. ويمكن للكبد والكليتين تخليص الجسم من نسبة كبيرة منها.

وتتصف مركبات الكاربامات بقابليتها العالية للذوبان في الماء، لذا يحدث تسمم منها من بعض الأغذية الملوثة بها خاصة تلك العالية في نسبة رطوبتها مثل البطيخ، حيث أنها تتحول إلى مركبات سرطانية في المعدة كما أنها تسبب العقم ومن أمثلتها



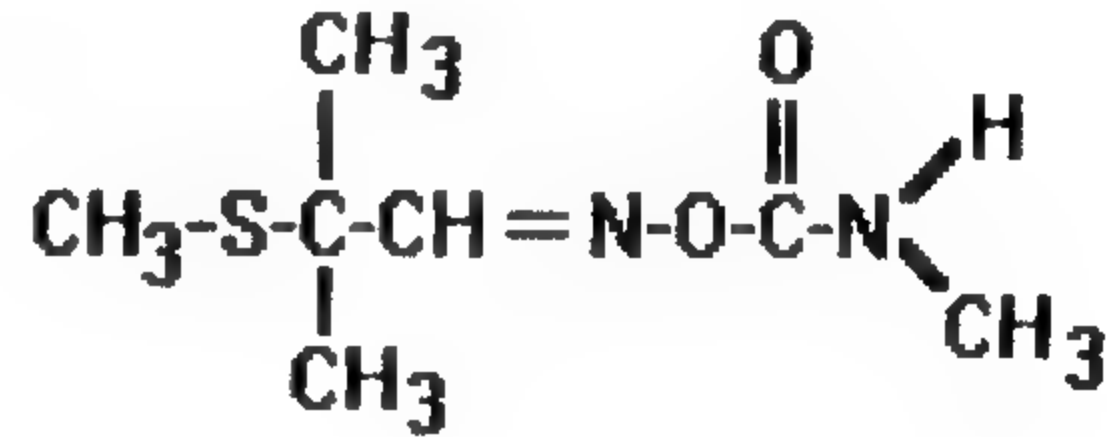
كاربوفوران (LD₅₀ : 8 ñ 14 mg/ kg)



كارباريل (سيفين)

(LD₅₀ : 850 mg / k g)

أقلها سمية



أكثرها سمية

Aldicarb (LD₅₀ : 0.93 mg / kg)

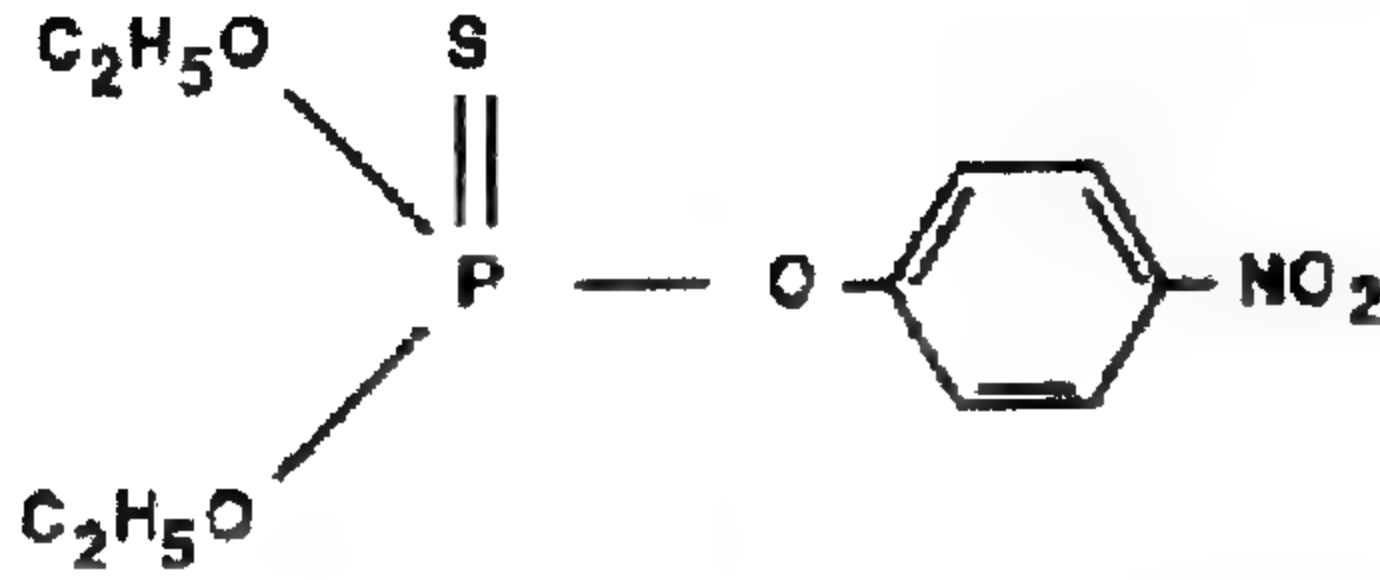
وبجانب المركبات السابقة يوجد مركبات عديدة منها ميثوميل (لانيت) - الفرادان

المجموعة الثالثة: مركبات الفوسفور العضوية Organophosphate insecticides

ظهرت خلال الحرب العالمية الثانية في القرن الماضي وشاع إستخدامها وحلت محل مركبات الكلورين العضوية إذ تتميز بقابليتها للذوبان في الماء وعدم ثباتها طويلاً في البيئة وتتفاوت في درجة التحلل، فبعضها يبقى أثره لعدة أسابيع وبعضها سريع التحلل، ولا تتراكم في الجسم. وترجع فاعليتها إلى تعطيلها لإنزيم

الأستيل كولين إستريز acetyl choline esterase الناقل للسيالات (النبضات العصبية Nerve impulses)

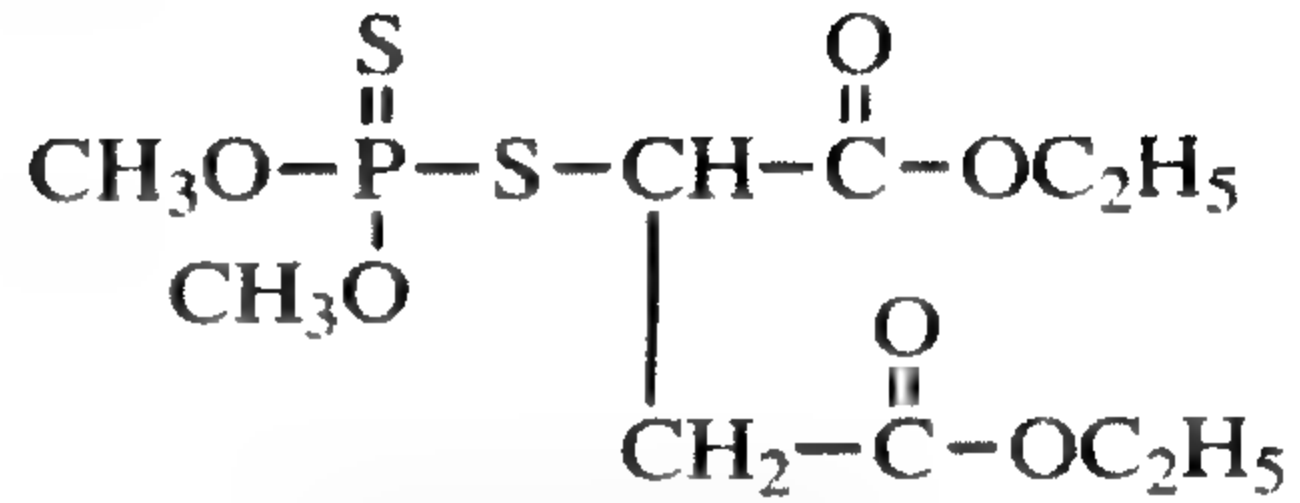
وهى عبارة عن إسترات لحمض الفوسفوريك أو الأرثوفوسفوريك أو مشتقاتها وتحتوى على هالوجينات أو نيتروجين أو غيرها ومن أمثلتها



باراثيون Parathion

(LD₅₀ : 10 ñ 12 mg / kg)

أكثر سمية فهو أكثر قدرة على الارتباط بإنزيم أستيل كولين إستريز.



مالاثيون (Malathion) أقل سمية

(LD₅₀ أكثر من الباراثيون) فهو أكثر هدماً

ويعتبر المالاثيون أكثر أفراد المجموعة الثالثة هدماً بإنزيمات الإستريز.

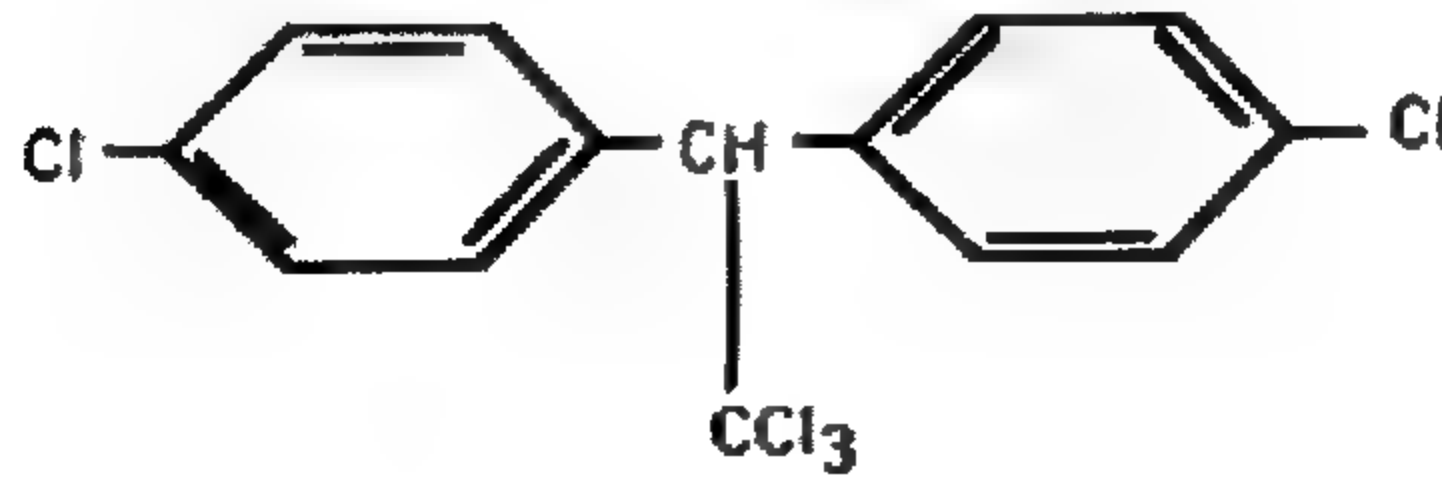
ومن أمثلة مركبات الفوسفور العضوية أيضاً دايمثويت - كلوربيرفيوس - أكتيك - ديبزكس.

المجموعة الرابعة: مركبات الكلورين العضوية
Chlorinated hydrocarbons, organochlorines (OCS)

وظهرت منذ بداية الحرب العالمية الثانية سنة ١٩٣٩ ومنها:

١ - DDT ومشتقاته وتعرف كيمائياً باسم:

P- dichloro diphenyl trichloroethane (DDT)

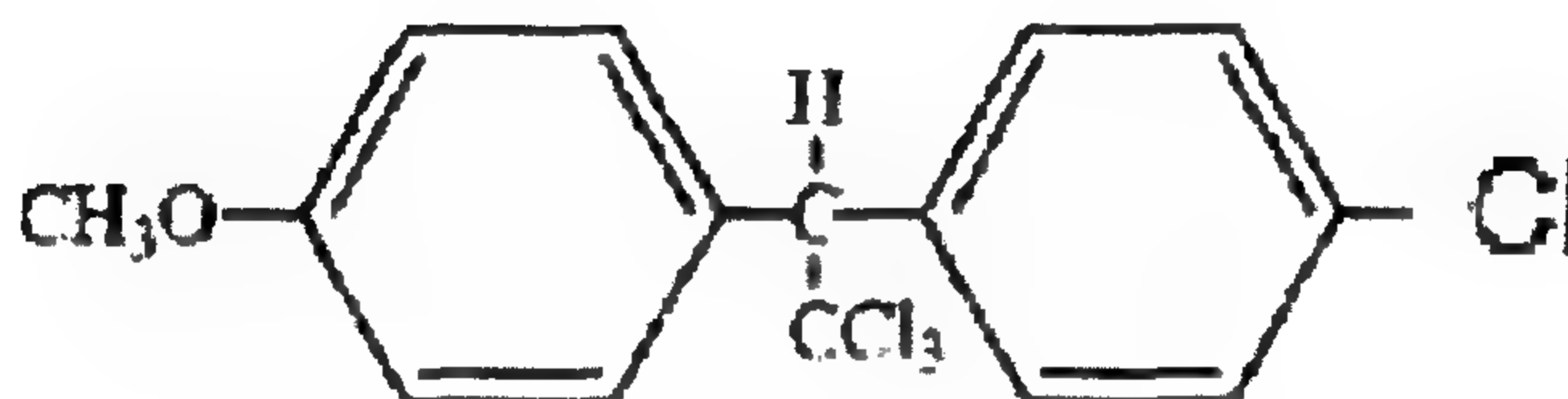


(LD₅₀ : 500 : 2500 mg / kg)

ويستخدم فى شكل محاليل ومعلقات ومساحيق تعفير وأيروسولات ودهانات. ويؤثر فى الحشرات بالملامسة، ويؤثر على أجزاء الجهاز العصبى المركزى. مركب

غير قطبي يذوب في الدهون ويتجمع في الأنسجة الحيوانية الدهنية. ثابت يتراكم في التربة لبطء تحلله الذي يستغرق عشرات السنين. فرغم تحريم استخدامه منذ ١٩٧٢ إلا أن بقاياه مازالت في كل مكان في العالم لقد وصل تركيزه في ألبان الأمهات لحد أعلى من المسموح به وكذلك في اللحوم والمنتجات اللبنية، ولكن إنخفضت حالياً بعد تحريم استخدامه إلا أنه مازال يسبب خطراً على صحة الإنسان فقد وصل تركيزه في دهن الجسم ٣٧ ppm للعاملين في الزراعة، وفي ألمانيا ٤,٧ ppm والولايات المتحدة ٧,٧ ppm.

٢- ميثوكسى كلور



Methoxychlor (LD50 : 5000 : 6000 mg / kg)

وهو أقل سمية من DDT وأسهل تحللاً بإنزيمات الثدييات، وتتميز نواتجه بأنها مركبات أكثر قابلية للذوبان في الماء وتخرج مع البول فهو لا يتجمع في الأنسجة ولا يتراكم في البيئة ويهدم بكائنات التربة.

٣- Chlorinated cyclodiene: وهى من السموم العصبية مثل DDT إذ تتداخل مع أيونات Cl , Ca وتمنع نقل السيالات (النبضات) العصبية

Nerve impulse transmission ومن علامات التسمم به حدوث تغيرات تشريحية في الكبد وزيادة وزنه، ولها فعل مسرطن وقابلية للذوبان في الدهون وتتجمع في الأنسجة الحيوانية، وهى ثابتة وتنتقل في السلسلة الغذائية ولذا حرم استخدامها.

ملاحظات:

تتميز مركبات الكلور العضوية بثباتها في البيئة وصعوبة تحللها أو ذوبانها في الماء، مع سرعة ذوبانها في الدهون لذا تتراكم في أى نسيج دهنى داخل جسم الحيوانات والحشرات وتحدث تأثيرها السام على الجهاز العصبى الذى يضم أغشية دهنية وتسبب إضطراباً في تمثيل الصوديوم والبوتاسيوم بالجسم.

ومركبات الكلور العضوية قد حرم إستخدامها فى كثير من الدول منذ مايقرب من أربعين عاماً (١٩٧٢) مما ادى إلى إنخفاض بقاياها فى البيئة والمنتجات اللبنية، وتعرف بالملوثات العضوية المستديمة (POPS) Persistent organic pollutants وقد وقعت معاهدة من حوالى ١٠٠ دولة وافقت فيها تحت رقابة بروجرام البيئة للأمم المتحدة United Nations Enviroment Program للتحكم أو تحريم ١٢ مركب من POPS وتضم:

(DDT , Mirex, Toxaphene, HCB, PCBs, Dioxins, Furans,

ومجموعة Chlorinated cyclodiene والتي تشمل:

Aldrin, Chlordane, Dieldrin, Endrin, Heptachlor

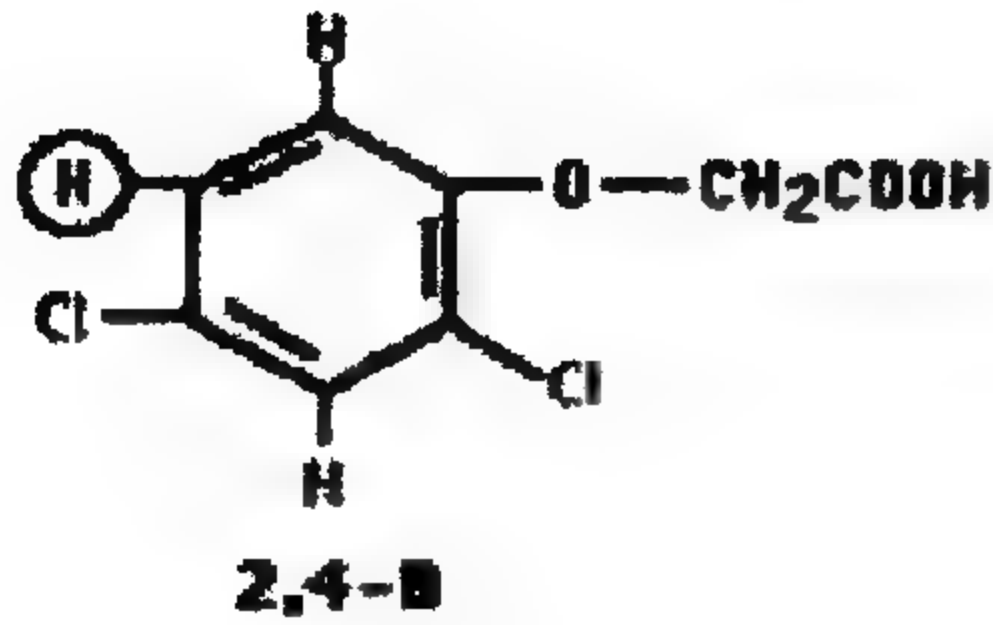
ثانياً : مبيدات الطفيليات Parasitcides

وهى إما مبيدات لطفيليات خارجية Ectoparasitcides أو داخلية Endoparasitcides وتستخدم المبيدات الخارجية لمعالجة جلد الحيوان مثل مبيدات الحشرات Insecticides ومبيدات القوارض Acaricides وهذه تشمل مركبات من أهمها مركبات فوسفورية عضوية OP، كاربامات، البيرترويد، الأرجانوتين Organotin وبعض المركبات العضوية النيتروجينية Organonitrogen مثل Acarcide amitraz ويصعب الكشف عن هذه المواد فى اللبن بعد يومين من الإستخدام ولكن بعضها قد يستمر حتى ٥ أيام.

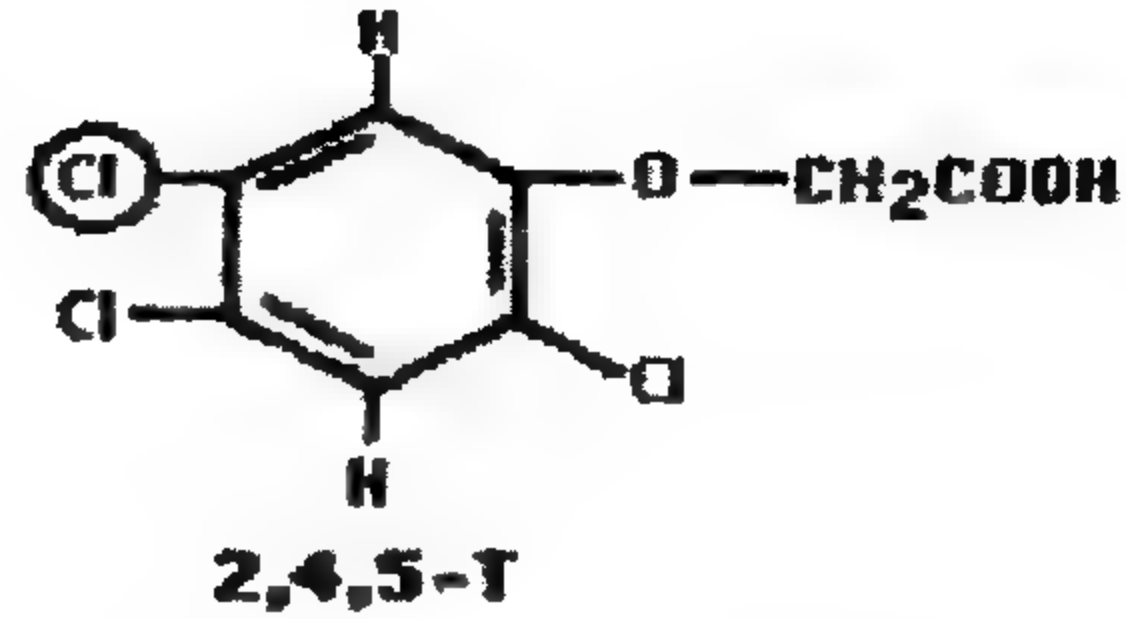
أما مبيدات الطفيليات الداخلية فإنها قد تنتقل إلى اللبن نتيجة حمل الدم لمركباتها الفعالة إلى الغدة اللبنية. ويتوقف ذلك على خواصها الكيماوية والطبيعية (مثل الكراهية للماء أو الدهن، الوزن الجزيئى ...) وعادة تعطى مبيدات الطفيليات الداخلية عن طريق الفم كمضافات فى العليقة أو تعطى حقناً أو فى صورة Pour ñ on preparation وذلك لمعالجة الديدان المعوية Helmiths والتي منها الدودة الشريطية Tape worms والإسطوانية Round worms والمفلطحة Flukes ومن هذه المبيدات Benzimidazoles مثل Theobendazole وقد درس معدل إفراز مبيدات هذه الديدان فوجد أن معظمها لا تبقى فى اللبن أكثر من ٥ أيام بعد العلاج لذا يجب أن تؤخذ الاحتياطات اللازمة لإستخدامها وعدم إستخدام اللبن قبل المدة المحددة بعد إستخدامها.

ثالثاً : مبيدات الحشائش Herbicides

ومعظمها مركبات كلور عضوية، وقد إستخدمت فى حرب فيتنام إذ أنها تؤدي لسقوط أوراق النباتات الخشبية، وتعوق نمو الحشائش عريضة الأوراق، فتساعد على كشف جنود فيتنام الذين كانوا يحتمون بها ومن أمثلة هذه المركبات



2-4 dichlorophenoxy acid
LD₅₀ (375 mg / kg body)

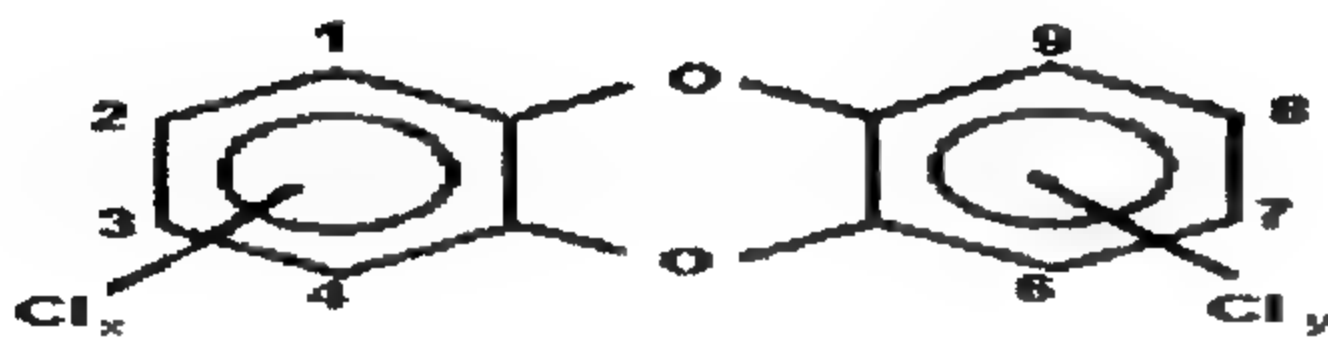


2,4,5 trichlorophenoxy acid
LD₅₀ (500 mg / kg body)

وهذه المركبات قليلة السمية للثدييات خاصة فى الجرعات الصغيرة، أما الجرعات الكبيرة فتؤدي إلى تصلب الأطراف والشلل وعدم المقدرة على تنسيق الحركة، وتحلل إستراتها إلى الصورة الحمضية، وهى ذائبة فى الماء وتطرد مباشرة مع البول، وإن كان لبعضها تأثير سام فيرجع ذلك لتلوثها بمركبات الديوكسينات Dioxins ونظراً لشدة سمية هذه المركبات (الديوكسينات) فتشير إليها فيما يلى:

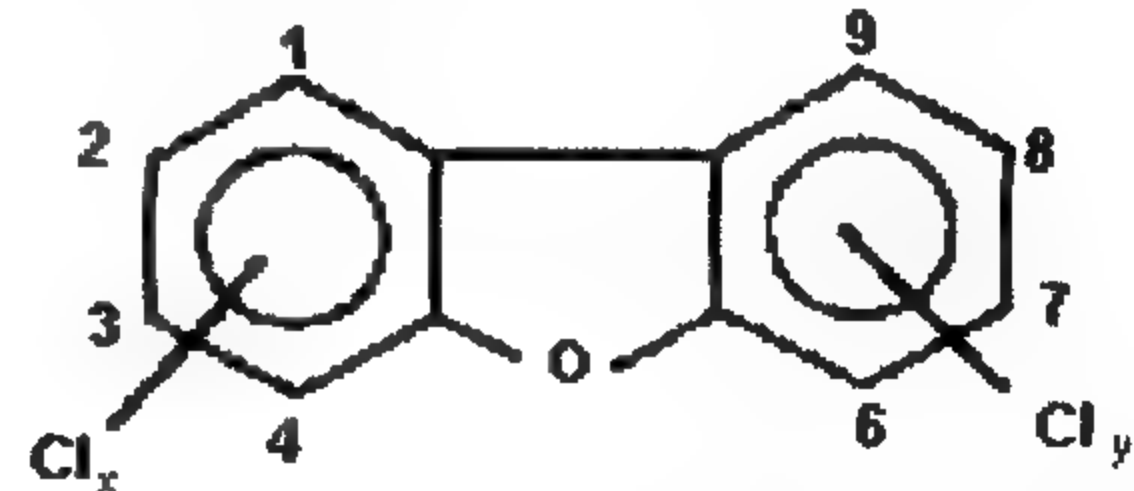
الديوكسينات Dioxins

الديوكسينات لفظ لمجموعة من المواد المتعلقة بـ



Poly chlorinated dibenzo \bar{n} para \bar{n} dioxins
(PCDDS)

من ١ : ٩ توجد ذرات H أو Cl



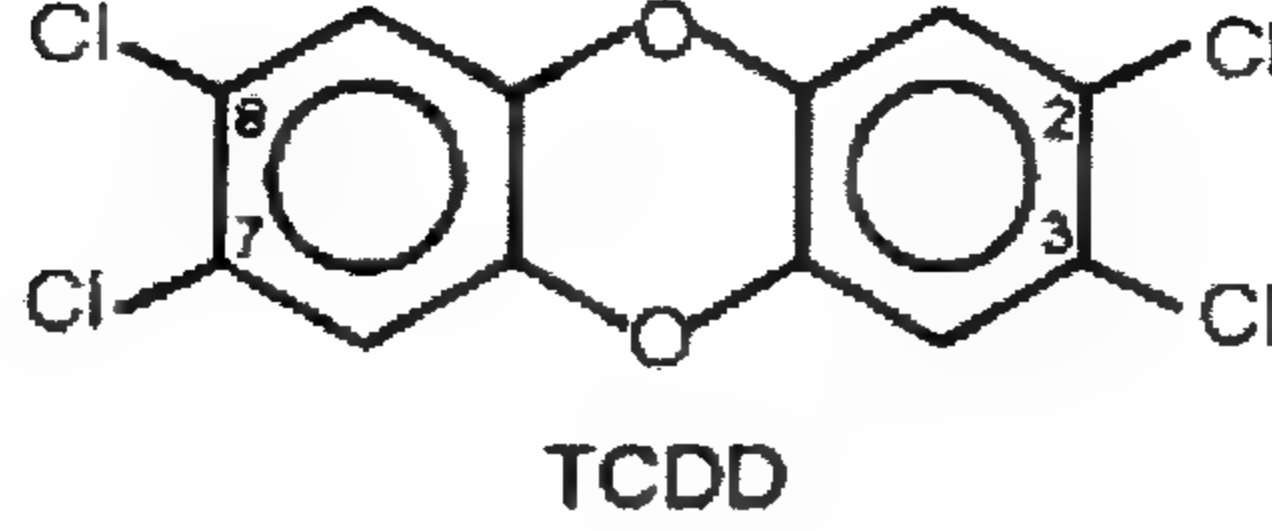
Poly chlorinated dibenzo furan (PCDF)

من ١ : ٩ توجد ذرات H أو Cl

ويوجد عدة أنواع من هذه المواد بعضها سام خاصة تلك التى تحتوى على ذرات الكلور فى المواقع ٢، ٣، ٧، ٨، ومن أكثرها دراسة وسمية

2,3,7,8 tetrachlorodibenzo ñ para dioxin (TCDD) ويشار إليه بإسم الديوكسين

ومنه عدة مشابهات



خواص الديوكسين:

بلورات صلبة بيضاء وزنها الجزيئى 321,96 تنصهر على 300 م° وتتحل بدءاً من 700 م° ثابتة كيمياوياً وحرارياً فى الصورة الجافة تحت ظروف التخزين العادية، شحيحة الذوبان فى الماء (0,2 جزء / البليون PPb) محبة بشدة للدهون Highly lipophilic ترتبط بالتربة والرواسب والمواد العضوية الأخرى، ونظراً لوجودها فى الطبيعة فهى تتراكم عن طريق السلسلة الغذائية ويمكن وجودها بتركيزات منخفضة فى الغذاء، وهى مقاومة للهدم تحت الظروف الطبيعية نظراً لإرتباطها الشديد بالتربة والمواد العضوية، ولكن تهدم بسرعة تحت ظروف المعمل بفعل الأشعة فوق البنفسجية Uv radiation، وتختلف درجة الهدم باختلاف المادة المرتبطة بها matrix ونوع التربة فى منطقة التلوث وكذا باختلاف الظروف المناخية، ويزداد الهدم تحت ظروف المعمل فى وجود مصدر للأيدروجين Hydrogen doner.

ورغم إنخفاض ضغطها البخارى نسبياً فإنها تتطاير بدرجة ملموسة من السطح العلوى للتربة، وترتبط بجزيئات المواد وتتساقط عن طريق الهواء الجوى على أى سطح. وقد يوجد منها تركيز عالى من التلوث فى اللبن الناتج من مزارع قريبة من مصانع المواد الكلورية العضوية.

وتختلف فترة نصف العمر الخاصة بها فى التربة وذلك باختلاف الظروف الجوية (فى الظروف الجافة نسبياً 330 يوم وفى الظروف الرطبة الدافئة 190 يوم)، وكذا بمدى تلوث التربة ففى التربة شديدة التلوث (كما فى Severo بإيطاليا) تمتد فترة نصف العمر لحوالى عشر سنوات.

مصادرها ووجودها:

تتكون الديوكسينات كنواتج ثانوية غير متوقعة، فهي لاتصنع لغرض تجارى ولكن توجد كأثار ملوثات نتيجة صناعة وإنتاج المركبات الكلورية العضوية.

Chlorinated organic compounds مثل بعض المبيدات والمطهرات وسوائل تبييض الورق فقد عرفت فى العالم أثر انفجار مصنع للكيماويات الكلورية العضوية فى Severo بإيطاليا سنة ١٩٧٦ حيث نتج عنه كميات كبيرة وجد منها ٠,٢٦ كجم TCDD بالتربة المحيطة بالمصنع.

كما تتولد الديوكسينات كنواتج إحتراق الخشب والفحم والمركبات الكلورية العضوية مثل البلاستيكات الكلورية والتي منها Polyvinyl chloride (PVC) والذي يستخدم فى عديد من المنتجات التجارية (كعازل للكبلات وعبوات للأغذية) وتختلف الكمية الناتجة باختلاف نوع البلاستيك (١ مجم | كجم بلاستيك طرى، ٢٢ مجم | كجم بلاستيك صلب). كما تتكون الديوكسينات كمخلفات لمواقد القمامة Incinerators ومحارق الأسمنت Cement kilns وبقايا مخلفات مصانع الصلب. والجرعة اليومية المحتملة Tolerable daily intake (TDI) للديوكسين والفوران تبعاً لهيئة WHO هي $1-4 \text{ pg TEQ Kg}^{-1} \text{ day}^{-1}$ والمصادر الأساسية التى قد يتعرض لها الإنسان هى الأغذية الحيوانية، وبقدر ما يأخذه الفرد من الديوكسينات فى اليوم فى المدن الصناعية بمقدار $1-3 \text{ pg TEQ kg}^{-1} \text{ day}^{-1}$ وتسهم منتجات الألبان بحوالى $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{3}$ المأخوذ يومياً من الديوكسينات وهذه تمثل 10^{-12} جم | جم دهن أى PPT وعادة ماتقدر الجرعة من الديوكسينات بما يعرف بمكافئ التسمم Toxic equivalent TEQ.

Health impact التأثير الصحى للديوكسينات

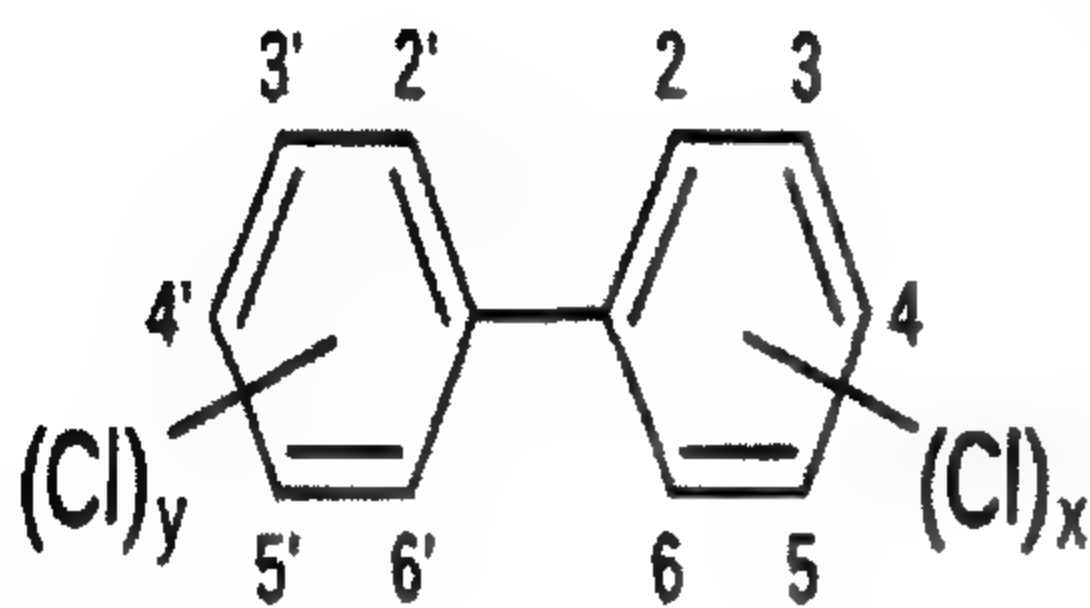
الديوكسينات مواد شديدة السمية very potent toxicants نظراً لإمتصاصها بالإمعاء فهي محبة للدهون Lipophilic لذا يزداد إمتصاصها عند إرتباطها بزيوت أو دهون الطعام. ويعتبر TCDD أكثر الديوكسينات فاعلية فى إصابة الحيوان بالسرطان وقد صنفت سنة ١٩٩٧ بأنها مسرطن آدمى Human carcinogen. وتختلف سمية TCDD تبعاً لنوع الكائن المعرض لها فنجد $\text{LD50} (\mu\text{g} \text{ kg}^{-1})$ تتراوح ما بين ٠,٦ $\mu\text{g} \text{ kg}^{-1}$

بالنسبة لخنزير غينيا إلى $0.01 \mu\text{g} / \text{kg}$ كجم بالنسبة للهمستر Hamster كما تختلف شدة سميتها من مركب لآخر نظراً لإحتمال وجود معها مواد سامة أخرى من المبيدات الكلورونية. ومن ذلك نرى وجود مدى واسع للحساسية من هذه المركبات فلو إستخدم LD_{50} والخاص بخنزير غينيا ($0.6 \mu\text{g} / \text{kg}$) فهو يعادل فى سميته 64000 مرة ضعف سمية سيانيد الصوديوم كما تختلف شدة السمية باختلاف الجرعة المستخدمة.

الجرعة	الأعراض
5 أيام فى الإِسبوع لمدة 13 إسبوع $1 \mu\text{g} / \text{kg}$	ظهرت الأعراض بعد أول جرعة والموت
5 أيام فى الإِسبوع لمدة 13 إسبوع $0.1 \mu\text{g} / \text{kg}$	نفس الأعراض فقط بدرجة أقل
5 أيام فى الإِسبوع لمدة 13 إسبوع $0.01 \mu\text{g} / \text{kg}$	زيادة طفيفة فى الوزن النسبى للكبد
5 أيام فى الإِسبوع لمدة 13 إسبوع $0.001 \mu\text{g} / \text{kg}$	لاتأثير يذكر
لمدة 2 سنة $1 \text{ ng} / \text{kg}$	لم تظهر آثار سامة
لمدة 2 سنة $10 \text{ ng} / \text{kg}$	أضرار فى الكبد وأورام مختلفة فى الفئران

والجرعات العالية 0.5 PPb تسبب تسمماً حاداً acute toxicity يؤدي إلى الموت الذى يحدث بعد 2 - 6 أسابيع ($1/2$: $1\frac{1}{2}$ شهر) بعد التعرض لمرة واحدة أو عدة مرات ويعتمد ذلك على نوع الكائن الحى المختبر. وفى أثناء ذلك يحدث نقص فى الوزن بما يعادل 30 - 40% من الوزن الأسمى مما يجعل الحيوان هزياً كأنه يعانى من مجاعة تؤدي إلى الوفاة، ويعزى ذلك إلى عدم قابلية الحيوان للطعام أو إلى خلل فى التمثيل الغذائى كتنشيط الإنزيمات المنتجة للطاقة ويفقد الحيوان أظافره وأهداب العين ويحدث صلع بالوجه. كما يحدث تثبيط لإنزيمات تخليق DNA ويصاب الحيوان بإضطرابات نفسية وعصبية، وبتشريح الجثة يلاحظ زيادة نسبية فى وزن الكبد والكلى والغدة الكظرية Adrenals ونقص الغدة الشيمية Thymus بالنسبة للوزن الكلى للجسم. وتعرض الإنسان للديوكسينات بجرعات صغيرة ولمدة طويلة تسبب فى فقد الأظافر وأهداب العين Eye laches وصلع الوجه. وتعرض الإنسان لجرعات صغيرة من الديوكسينات ولمدد طويلة يصاب بما يعرف بإسم Chloracne (بثرات نتيجة التعرض لمركبات الكلور) وهو عبارة عن نوع من التقرن Hyper keratosis أو مايسمى Comedones وهى عبارة عن بثرات فى الوجه سوداء الرأس وتشبه حب الشباب.

ولكن فى حالة Chloracne فغالباً ما تتدمج هذه البثرات مما ينشأ عنه تشوه أكبر من دور حب الشباب ويحدث ذلك على الوجه والرقبة وقد يمتد إلى الظهر والصدر والأطراف كما قد يصيب الخصية عند الذكور. وقد تستمر هذه الأعراض لفترة طويلة يعتمد ذلك على شدة الإصابة. قد تمتد أحياناً إلى ٣٠ عاماً بعد توقف التعرض للعامل المسبب، وقد يشفى المريض وتظهر الأعراض بعد ذلك حتى مع عدم التعرض للمسببات. ويرجع ذلك لوجود مسببات لها



Acengon فى الكبد ومخازن الدهن بالجسم. ويصاحب الشفاء ظهور ندب وإلتهابات بالجلد وأحياناً حساسية للضوء Photo sensitivity. وقد تعالج هذه الحالات خاصة المتوسطة منها باستخدام فيتامين A فى صورة سائل أو كريم cream.

ملحوظة:

قد يوجد بالبيئة مركبات أخرى تشبه الديوكسينات يمكن التعرف عليها فى اللبن مثل مركبات Chlorinated hydrocarbons والتي من أهمها المركب المسمى باسم Poly chlorinated biphenyls (PCBS) وهو من المخلفات الصناعية التى لا يمكن للطبيعة التخلص منها وهى تشبه فى خواصها الفيزيوكيماوية خواص الديوكسينات فهى ثابتة كيماوياً وحرارياً وشديدة الذوبان فى الدهون High lipophilic وإرتفاع درجة غليانها وهى مقاومة للنار Fire resistance مما ساعد على إنتشار إستخدامها فى كثير من الصناعات مثل المواد العازلة والبلاستيك والدهانات ومعالجة الأخشاب وغيرها. وهى عبارة عن مخاليط تحتوى PCDFS كشوائب بمعدل ٠,٨ - ٥ مجم / كجم وتنتج وتستخدم تجارياً وبكثرة فى كثير من الصناعات منذ ١٩٢٩ وفى الستينات فى القرن الماضى أصبحت موجودة فى كل بيئة حتى منعت من منتصف السبعينات عندما حدث منها حوادث تسمم إلا أن هناك بقايا منها يمكن الكشف عنها فى البيئة وإن كانت شدة الرقابة البيئية أدت إلى خفض مستواها فى الأغذية وبالتالي قلة تعرض الإنسان لها فى العقد الأخير. ونسبتها فى اللبن والدهن الحيوانى أقل من ١٠٠ µg / كجم (PPb).

وبخصوص تأثيرها الصحى Health impact فرغم أنها قد تسبب تأثيرات غير مرغوبة مختلفة إلا أنه يصعب تقدير شدة سميتها لوجودها فى صورة معقدة من مخاليط من مواد سامة أخرى مثل الديوكسينات والمبيدات الكلورونية الأخرى. وتوصف PCBS بأنها مركبات محتملة إصابة الإنسان بالسرطان Probable human carcinogens وفى التجارب على الحيوانات كان لها تأثير على نمو وتكاثر ونظام المناعة عند هذه الحيوانات. ومتوسط ما يتناوله الإنسان فى اليوم أقل من ٠,١ - ١,٩ µg للشخص / يوم. وقد وضعت عديد من الدول حداً لبقايا PCBS فى المنتجات اللبنية.

العوامل المؤثرة على ثبات المبيد:

من العوامل المؤثرة على ثبات المبيد ومصيره:

- ١- خواص المبيد: الطبيعية مثل ضغطه البخارى وسرعة تبخره، الكيماوية مثل مدى تحلله بفعل العوامل الجوية، البيولوجية مثل تحلله بالعوامل الحيوية. ومدى قدرة المبيد على التحرك تحت سطح التربة وقدرته على الارتباط بسطح التربة ومن ثم بالنبات فبعضها له خاصية التراكم فى أنسجة النبات، وبعضها وخاصة الفوسفورية يمكن تحللها داخل أنسجة النبات.
- ٢- مقدار الجرعة وعدد مرات إستخدام نفس المبيد.
- ٣- نوع المحصول بالتربة وعمره ومعدل نموه والمعاملات التكنولوجية التى تجرى على المحصول بعد الحصاد من تنظيف أو تقشير أو غسيل وتجفيف وتبخير وطهى.
- ٤- عوامل متعلقة بالتربة والمناخ (رملية - طينية - ضوء - حرارة - رياح).
- ٥- عوامل النمو عن طريق تكوين أجنة جديدة تخفض من تركيز المبيد.

مخاطر المبيدات:

كما أن للمبيدات تأثيراً قاتلاً للحشرات فإن بقاياها فى الغذاء تلحق ضرراً كبيراً بالإنسان حتى إذا تناولها بكميات ضئيلة ولكن على المدى الطويل. وقد عرفت ظاهرة التلوث بالمبيدات فقط فى النصف الثانى من القرن العشرين حيث وقع الإنسان ضحية لما ابتكره، إما بسبب سوء الإستعمال أو الجهل بسميتها أو التعرض غير المباشر أو

المباشر نتيجة تلوث غذائه وهوائه، وذلك عن طريق تناول الغذاء الذى عومل مباشرة بالمبيد، أو عن طريق غير مباشر بتناول الأعذية الحيوانية والدواجن ومنتجاتها والتي تغذت على أعلاف أو أعشاب ملوثة بالمبيدات، فالمبيدات تذوب فى الدهون وتتركز فيها وفى الألبان والبيض ومنتجاتها الأخرى. وعموماً يمكن تناول هذه المخاطر من ثلاث زوايا:

الأولى: مخاطر بيئية (إختلال التوازن البيئى - تلوث الغذاء)

وتتمثل فى التأثير الضار لهذه المبيدات على بعض الكائنات المفيدة، وتلوث المياه الجوفية والتربة الزراعية مما يضعف من خصوبتها. ومعظم المبيدات شديدة السمية، ومقاومة للهدم الحيوى، ويمكن البقاء فى التربة عشرات السنين، وتنتقل من التربة إلى النبات فالحيوان فالإنسان الذى يصل فى نهاية السلسلة الغذائية. ويصل التركيز أقصاه فى جسم الإنسان إذ تتراكم مع تقدم العمر فى أنسجته الترسيبية *adipose tissue*، مما يؤدي لظهور الأمراض الخبيثة والتشوهات الخلقية للجنين إذا ما زادت بقاياها عن حدود معينة.

وكثيراً ما تتعرض الأغذية للتلوث بالمبيدات إما عن طريق مباشر أثناء الرش أو بطريق غير مباشر ومن أمثلة ذلك:

١- تلوث المياه: تلوث مياه الشرب يعتبر من أخطر المشاكل الصحية، فقد أظهرت التحاليل الدقيقة وجود متبقيات للمبيدات خاصة مركبات الكلور العضوية فى مياه الشرب، حيث أن عمليات التنقية والمعالجة المألوفة للمياه لايمكنها إزالة تلك المخلفات. وقد وجدت نسب متفاوتة من هذه المخلفات فى عينات مياه الشرب المأخوذة من عدة محافظات فى مصر تراوحت ما بين ٠,٠٢١ - ٠,٠٥٤ ppm كما لوحظ أن العينات المأخوذة من المناطق الريفية كانت نسبة المخلفات بها أعلى من المناطق المدنية. كما يعتمد مستوى المخلفات على طبيعة مصدر المياه، فعينات المياه الجوفية الموجودة على عمق ٥٠ م إحتوت على نسبة أقل من مخلفات المبيدات بالمقارنة بعينات المياه القريبة من سطح الأرض (٦ م). أما عينات ماء النيل فإحتوت على نسبة ضئيلة من تلك المخلفات بعد معالجتها. هذا فيما يتعلق بالمياه المعالجة التى يتناولها الإنسان. لكن الحيوانات الأليفة وحيوانات

المزرعة تشرب من المجارى المائية غير المعالجة لذا فهي أكثر عرضة للتلوث بمخلفات المبيدات.

٢- اللحوم: فرغم عدم وجود حصر لمدى تواجد مخلفات المبيدات فى لحوم الحيوانات المعروضة فى الأسواق فى مختلف بلدان العالم إلا أن الدراسات التى أجريت فى مصر (كلية طب بيطرى الزقازيق) لإستبيان مدى تواجد بقايا المبيدات الشائعة الإستخدام فى مصر بحيوانات المزرعة، وجد أن بعض المبيدات الهيدروكربونية الكلورية تتواجد فى ذبائح الجاموس والبقر والغنم والجمال. وقد وجد أن دهن وكبد هذه الحيوانات يحتويان أعلى مستوى تراكمى من هذه المبيدات، يليها الكلى ثم اللحوم بنسبة تفوق بكثير المسموح به دولياً. كما دلت النتائج على أن الطهى بالغلى أو التجميد ليس له تأثير يذكر على بقايا المبيدات. وخلصت الدراسة إلى خطورة تداول وإستهلاك لحوم ونتاج هذه الحيوانات، كما أوصت بضرورة سن قوانين للحد من تواجد هذه المبيدات بلحوم الحيوانات، وقد حددت إدارة الأغذية والأدوية فى الولايات المتحدة الأمريكية الحدود الآمنة للمتبقيات فى دهون لحوم البقر والماعز والدجاج والغنم من ٣ - ٧ جزء / مليون من المبيدات الكلورية العضوية حسب نوع المبيد وشدة سميته، وتعتبر المبيدات الفوسفورية ومركبات الكرباميت أقل خطورة من المبيدات الأخرى حيث لا تتراكم فى الدهن ويتلف معظمها فى الجهاز الهضمى للحيوان.

٣- البيض وأنسجة الدجاج: أوضحت الدراسات وجود بقايا من المبيدات فى عليقة الدجاج ومياه شربه وكذا فى البيض الناتج منه وبنسبة مرتفعة فى دهن وأنسجة الدجاج.

٤- عسل النحل: يتعرض عسل النحل للتلوث بالمبيدات (مثل شرائط الأبستان) التى تستخدم فى مقاومة حشرة الفاروا التى تصيب النحل وتقضى عليه، كما تعلق جزيئات المبيدات بشغالات النحل أثناء تغذيتها على رحيق ازهار النباتات المرشوشة مما يؤدى لتلوث العسل والشمع وغيرها من منتجات النحل بالمبيد.

٥- الأسماك: تؤكد معظم الدراسات أن المبيدات تحدث تسمماً للأسماك حتى عند التركيزات الضئيلة، والأسماك التى تقاوم هذه التركيزات تحتوى لحومها على

تركيزات عالية من بقايا المبيد، ففي إحدى مزارع السمك (التل الكبير) وجد أن مياه الأحواض تحتوى بقايا مبيدات حشرية أعلى من المعدل المسموح به، وثبت وجود هذه المبيدات فى عينات سمك البلطى بصورة تضر بصحة المستهلك خاصة فى الأسماك التى توجد بالمصارف، وكذا بالأسماك التى تحتوى نسبة عالية من الدهن مثل ثعابين السمك. وقد تركز الأسماك المبيد فى جسمها إلى تركيزات مرتفعة تفوق الموجودة فى المياه التى تعيش بها فقد لوحظ إرتفاع مستوى متبقيات DDT فى أسماك السالمون إلى ٧٠٠ ضعف ما هو موجود فى البيئة المحيطة. وتحدد بعض الدول الا تزيد مركبات المبيدات فى الأسماك عن ٥ جزء / مليون (من ١ - ٧ جزء / مليون تبعاً لنوع المبيد).

وتعتبر أسماك ناصر أقل الأسماك إحتواءً على المبيدات والمعادن الثقيلة ويزيد تلوث الأسماك (البلطى) كلما إقتربنا من شاطئ البحر الأبيض المتوسط وأكثر الأسماك تلوثاً كان فى وسط الدلتا وخصوصاً أسماك المصارف والترع. فمن تجربة لتقدير متبقيات المبيدات الكلورونية فى عينات من أسماك البلطى والبياض تم صيدها من خمس مواقع مختلفة كان متوسط التركيزات (ميكروجرام / كجم نسيج رطب) كما يلى (جدول ٥٧)

جدول (٥٧) المبيدات الكلورونية فى عينات من اسماك البلطى والبياض

نوع السمك	شبرا الخيمة	إمبابة	التحرير	الجيزة	المعادى
سمك بلطى	٢٢,٤٢	١٣,١٥	٤,٦٣	٤,٠٣	١١,٥٣
سمك بياض	١٤,٧٥	٢٧,٦٩	٢٣,٠٥	٤٧,٢٢	٥٠,٥٣

ويرجع التباين إلى إختلاف درجة التلوث فى هذه المناطق، وإختلاف معدلات تراكم هذه المبيدات فى أنسجة الأسماك المختلفة. ويلاحظ أن النسب المذكورة أقل من الحدود القصوى المسموح بها فى بعض الأغذية الحيوانية الأخرى. أما عن مصير هذه المبيدات فى السمك فبعضها يتراكم فى الكبد والأحشاء الداخلية والدهن الموجود تحت الجلد، ويتخلص السمك من جزء منها عن طريق الخياشيم والكليتين ونسبة قليلة تبقى فى العضلات التى تؤكل.

٦- الخضر والفاكهة: يحدث تلوث الخضر والفاكهة بالمبيدات إما بطريقة مباشرة نتيجة معاملتها بالمبيدات فى الحقل خلال برامج مقاومة الافات حيث يمتص النبات المبيد من التربة الملوثة، أو بطريقة غير مباشرة عن طريق الهواء من خلال الجزيئات المنتشرة بالهواء من الحقول المجاورة. ومن أمثلة حالات التلوث بالمبيدات التى حدثت فى مصر ظهور مركبات الكلور العضوية إلى جانب مركبات الفوسفور العضوية فى عينات من البطاطس بتركيزات أعلى من المحاصيل الأخرى. إذ بالغ بعض التجار فى معاملتها بالمبيدات حتى تتحمل التخزين لفترات طويلة، مما أدى إلى انبعاث رائحة المبيد السامة منها فى بعض الأسواق، وقد صادرت الجهات المسؤولة كميات من البطاطس المعروضة بالأسواق وصلت مئات الأطنان وأعدمته خلال صيف ١٩٩٧ وإشتهر آنذاك بالبطاطس المسممة وبجانب تلوث البطاطس فقد ثبت وجود بقايا مبيدات الكاربامات فى عينات من الخضر النامية فى الصوبات الزراعية مثل الخيار والطماطم والباذنجان وكان أكثر تركيزاً فى الخيار وخاصة خلال موسم الشتاء.

ونشير فيما يلى إلى أثر العمليات التصنيعية على بقايا هذه المبيدات فى الخضر والفاكهة إذ قد تعمل العمليات التصنيعية على تقليل المتبقى من هذه المبيدات مثال ذلك:

- أ- إزالة الأجزاء التالفة - النقع - الغسيل فى مياه جارية نقية تزيل حوالى ٥٠٪ كما أن السلق فى الماء يزيل ٥٠٪ أما السلق فى البخار أو البسترة فتزيل فقط حوالى ٣٪. كما يزيل التقشير جزءاً كبيراً من الملوثات السطحية (٩٠٪ الموجودة على البطاطس وثمار الموز والبرتقال والمانجو والقرع والبطيخ).
- ب- عمليات تجهيز العصائر والمربات تزيل كثير من بقايا المبيدات إذ تبين أن عصير الفواكه يحوى نسبة أقل من هذه البقايا مقارنة بثمار الفاكهة الكاملة.
- ج- الطهى: رغم أن معظم المبيدات ثابتة ضد الحرارة إلا أنه يحدث لها إنهيار فعلى بالتسخين فى وجود المادة الغذائية.
- د- التبريد والتجميد: بعض المبيدات لا تتأثر بالتبريد أو التجميد وتتفاوت المبيدات فى هذا الشأن.

ملاحظات:-

- معالجة الخضر والفاكهة بكميات كبيرة من المبيدات ولفترة طويلة قبل الحصاد قد تسمح لبقايا المبيدات بإختراق القشرة والإستقرار فى الأنسجة الداخلية بنسب عالية مما يشكل خطراً على المستهلك لاتفيد معه عمليات الغسيل والتجهيز.
- بالنسبة للخضروات الورقية الملوثة فإن المبيدات تنفذ داخل أنسجتها بعد ساعة من المعاملة، ولاتجدى عمليات الغسيل فى إزالتها لذا يجب الحيلة ومعرفة مصدر هذه الخضروات.

٧- الوجبات السريعة: أظهرت الدراسات أن الوجبات السريعة التى تقدمها المطاعم والفنادق وحتى المستشفيات تحتوى على نسب متفاوتة من بقايا المبيدات، تتوقف على طبيعة الغذاء وطريقة إعداده فالأطعمة الغنية بالدهن وكذا التى تطهى مع الدهون كشرائح اللحم أو التى تقلى فى الزيت لفترات طويلة تحتوى كميات أكبر من بقايا المبيدات عن اللحوم والأطعمة المشوية أو المسلوقة. كما وجد أن الأغذية ذات الأصل الحيوانى خاصة المخ والكبد والطحال واللحوم الدسمة تحتوى ببقايا مبيدات أكثر من الأغذية النباتية كالبقول والحبوب والخضروات.

٨- الألبان ومنتجاتها: هناك مصدران أساسيان لتلوث اللبن بالمبيدات الأول التلوث من المبيدات المستخدمة لمقاومة الحشرات والطفيليات (ذباب - قمل - قراد) الموجودة بحظائر الحيوانات وأجسامها. والثانى المبيدات المستخدمة على أعلاف الحيوانات نتيجة الرش بطريقة عشوائية على حقول البرسيم والذرة المجاورة لحقول القطن المصابة. ومازالت بعض الأعلاف المستوردة من الخارج من دول تستخدم مركبات الكلور العضوية فى العمليات الزراعية أو مكافحة الماريا تحتوى على بقايا من هذه المبيدات كما أن من مصادر التلوث إستخدام مخلفات المجارى Sewage sludge فى تسميد الأرض. وفى جميع الحالات فإن هذه المبيدات يمتص بعضها عن طريق الجلد والجهاز التنفسى أو تصل إلى الجسم عن طريق الجهاز الهضمى حيث يفرز جزء منها فى اللبن. وقد تختفى بقايا هذه المبيدات فى اللبن بعد أيام قليلة من تلوثه بها، ولكن فى

بعض الحالات قد تبقى معدلات قليلة لمدة طويلة، كما قد يخزن بعضها فى أنسجة الجسم الدهنية وينتج عنها تأثيرات تراكمية Commulative effects. ونظراً لشراهة معظم هذه المبيدات للدهون فهى ترتبط بدهن اللبن وتتركز فى منتجاته الدهنية (قشدة - زبدة - سمنة) وكذا فى الجبن والمثلجات اللبنية. ومن الدراسات التى أجريت على تلوث اللبن ومنتجاته بالمبيدات:

أ- فى مصر:

فى زراعة القاهرة (Fawzia, 1996) وفى دراسة على المبيد (أزينفوس ميثايل) من المبيدات الفوسفورعضوية أعطى المبيد إلى ماعز عن طريق الفم فى كبسولات جيلاتينية (١٠ - ٢٠ جزء / مليون) من العليقة. ودرس أثر ذلك على كمية المبيد المفرز فى اللبن - الدم - البول - البراز - الأعضاء وأثر المبيد على إنتاج اللبن وخواصه. حيث أعطى المبيد لمدة ٤ أيام متتالية، ثم أخذ العينات وتحليلها طول هذه الفترة وكذا لمدة ١٤ يوم بعد ذلك وتشير النتائج:

١- فرز من المبيد فى:

البول (٥٩ - ٦٠٪) - فى البراز (٤ - ٥٪) فى الأعضاء والأنسجة الدهنية - الكبد - المخ - القلب - المرارة (٣ - ٤٪) - اللبن (٠,٠٨ - ٠,١٤) - الدم (٠,٠٣ - ٠,٠٤).

وأمكن التعرف على نواتج التمثيل الأتية فى كل من اللبن والبول

Dimethyl phosphodithioc, Monodimethylated azinphos methyl, Dimethyl phosphorothoic

٢- تأثير المبيد على كمية اللبن وبعض خواصه:

محصول اللبن: إنخفاض محصول اللبن بزيادة الجرعة

زمن التجبن: طول زمن التجبن

بروتين - T.S, F - لاكتوز - وزن نوعى - حموضة: لم تحدث تغيرات معنوية

الإلكتروفورسيس: α_{scn} تحلل لعدة أجزاء، Kcn إختفى، بروتينات الشرش

تغير طفيف فى B lacto وتحلل لشقين

الأحماض الدهنية الحرة: زيادة طفيفة.

وفي زراعة عين شمس (Abou Arab, 1991) في دراسة على بقايا بعض مبيدات الكلور العضوية في عينات من اللبن والمنتجات اللبنية جمعت في الفترة من ١٩٨٨ - ١٩٩٠ وجد أن:

٦٢٪ من عينات اللبن، ٨٥٪ من عينات لبن الأم، ٦٧٪ من عينات الزبادي، ٥٣٪ من عينات الجبن الأبيض ملوثة بالمبيدات كلور وعضوية (ليندين) وقد كانت النسب الموجودة بهذه العينات أقل من الحدود القصوى المسموح بها. وقد يفسر ذلك بقدرة الحيوان على إبطال سمية هذه المبيدات وإفراز معظمها في البول والبراز. وكانت نسبة هذه المبيدات في لبن الأبقار (٠,٠٣ - ٠,٠٧ جزء / مليون) أقل مما في لبن الجاموس (١٢ جزء / مليون) مما يدل على وجود علاقة بين نسبة الدهن والمبيد باللبن.

كما درس أثر العمليات التصنيعية على مصير البقايا من مركبات الكلور العضوية باللبن ولوحظ:

١- تعقيم اللبن ١٢٠°م / ١٥ د أو غليانه ١٥ د: خفض نسبة مشتقات DDT بمقدار ٦٨٪ ولم يكن للبسترة تأثير في ذلك.

٢- UF: Premeate به ٢٠ - ٤٠٪ من المبيد، Retentate به ٨٠٪ من المبيد.

٣- عمليات الفرز والخض والتسييح

تسييح	خض	فرز
سمنة ←	زبدة ←	لبن ←
٩٢٪ من المبيد	٨٢٪ من المبيد	٩٤٪ من المبيد
الموجود بالزبد	الموجود بالقشدة	الموجود باللبن
٨٥٪ من المبيد	٧٧٪ من الموجود	
الموجود بالقشدة	باللبن	
٥٨٪ من المبيد		
الموجود باللبن		

كما درست بقايا المبيدات الحشرية الكلورونية في عينات لبن جاموسي خام (Abd El- kader et al, 1994) وأظهرت النتائج تلوث اللبن بمركبات الفاكلوروسيكلو هكسان، بيتا كلوروسيكلو هكسان، جاما كلوروسيكلو هكسان، DDT ومشتقاته، الألدرين Aldrin، الديلدرين Dieldrin، الإندرين Endrin بتركيز

٠,٠٤٤ ، ٠,٤٦٠ ، ٠,٠٤٦ ، ٠,٢٦٨ ، ٠,٨٨٠ ، ٠,١٨٢ ، ٠,٠٥٢ مجم / كجم
دهن لبن على التوالي. وتبين الدراسة إحتواء عينات اللبن على تركيزات مرتفعة
لبقايا بعض المبيدات الكلورونية مما يؤثر على سلامة إستخدامها الأدمى.

وفى دراسة على الألبان المجففة المستوردة (El- Sayed et al, 1993) لتقدير
بقايا المبيدات الحشرية (مركبات الكلور العضوية وفنيلات الكلورينات المركبة،
المبيدات الفوسفورية العضوية) كانت النسبة من تلك المركبات تحت الحد المسموح
به تبعاً لمنظمة الأغذية والزراعة FAO ومنظمة الصحة العالمية WHO.

بينما كانت تركيزات مركبات الأندرين، اللدريين + الدى الدرين ٦,٦ ، ١٤,٠٣
µg / كجم على التوالي وهى أعلى من النسب المسموح بها. ولم تحتوى هذه
الألبان على مركبات داي ميثوات، هبتاكلورولاندوسولفان والإندرين داي
هايدوسلفات الإندوسولفان.

ب- فى أسبانيا وكينيا

ويبين الجدول التالى بقايا Oranochlorides OCs فى لبن UHT من مناطق مختلفة
من أسبانيا سنة ١٩٧٨ مقارنة بعينات أخرى سنة ١٩٩٤ ومنها يتضح إنخفاض
إستعمال المبيدات وإستعمالها فى أضيق الحدود (Jarrido et al, 1994)

جدول (٥٨) بقايا OCs فى لبن UHT

المبيد	المتوسط مجم / كجم عام ١٩٧٨	المتوسط مجم / كجم عام ١٩٩٤	المصرح يومياً مجم / كجم من وزن الجسم Acceptable daily intake(ADI)
DDT and Metabolites	٠,٨٥	٠,٠٥٦	٠,٠٢٠
Heptachlor	٠,٠٤٨	٠,٠٢٨	٠,٠٠٠٥
Dieldin	٠,٠٤٧	٠,٠٢٦	٠,٠٠٠١

وفى كينيا وجد أن ٣ - ٤٪ من عينات اللبن فى كينيا تحتوى على مركبات
الكلور العضوية بنسب أعلى من المسموح به وعلى مدار خمس سنوات من
إيقاف إستخدام المبيد وتزايد نسب هذه المبيدات فى اللبن ومنتجاته خاصة فى
فترة سوء التغذية حيث يستخدم الحيوان دهنه فى المحافظة على كمية اللبن
الناجمة.

المبيدات فى لبن الأم:

إكتشف بعض المبيدات خاصة الكلورونية العضوية فى لبن الأمهات فى كثير من دول العالم ومنها مصر.

حيث وجد DDT فى لبن الأمهات بنسب تتراوح ما بين ٠,٠١ - ٠,٧٧ جزء / مليون بمتوسط ٠,١٣ جزء / مليون بينما يصل تركيزه فى دهن لبن الأم إلى حوالى ٣,٢ جزء / مليون. وتنتقل هذه المبيدات إلى الرضيع بفرض أن الرضيع يستهلك يومياً ٠,٦ لتر لبن ولبن الأم يحتوى ٠,١٣ جزء / مليون DDT أى ٠,١٣ مجم / لتر أى أن الرضيع يدخل جسمه $٠,٦ \times ٠,١٣ = ٠,٧٨$ مجم DDT يومياً وإذا علمنا أن الرضيع يبلغ وزنه عند الولادة حوالى ٣,٣٦ كجم، فهذا يعنى أن الرضيع عند ولادته يدخل جسمه $٠,٧٨ / ٣,٣٦ = ٠,٢٣$ مجم DDT يومياً / كجم من وزنه.

الثانية: مخاطر وظيفية:

تتمثل فى الأضرار التى تلحق بالقائمين بصناعتها وعمال الزراعة المستخدمين لها ومن هذه الأضرار:

أ- وجد أن زوجات العاملين فى مصنع ينتج Dibromo chloropropane أحد المبيدات الكلورونية العضوية لايقدرّون على الإنجاب حيث وجد أن عدد الحيوانات المنوية منخفضة عند العاملين من الذكور، بينما لم يظهر أى تأثير ضار على العاملات الإناث، وهذا يعنى أن لهذه المبيدات تأثير معاكس للخصوبة.

ب- من دراسة بكلية طب القاهرة مع الوكالة الدولية للتنمية والبحوث بكندا IDRC فى مشروع بحثى لتقييم التأثيرات الصحية للمبيدات على الأشخاص المعرضين لها أثناء التصنيع والتوزيع والإستخدام (أجرى البحث على ستمائة عامل) وقد أظهر البحث إصابة نسبة كبيرة من المعرضين لها بالأعراض التالية:

١- إضطرابات الأعصاب الطرفية وتيبسها.

٢- تصلب الشرايين.

٣- حساسية الصدر والربو.

- ٤- تضخم الكبد وإضطراب وظائفه.
- ٥- أمراض جلدية وأعراض مرضية فى العيون.
- ٦- ظهورها فى مصل الدم والذى قد ينتقل من شخص لآخر.
- ٧- تغير فى السلوك والحالة النفسية.
- ٨- إنخفاض نشاط إنزيم أستيل كولين إستريز.

الثالثة: مخاطر ناشئة عن وجود آثار متبقية Residues فى الغذاء والعليفة

(الآثار السلبية على صحة الإنسان والحيوان)

رغم أن كمية المبيدات فى الهواء لا تسبب أضراراً خطيرة للإنسان عند الإستنشاق نظراً لضآلتها حيث لا تمثل أكثر من ٢ - ٥ ٪ من كمية المبيدات التى تؤخذ مع الغذاء، فإن متبقيات المبيدات فى الغذاء قد تحدث ضرراً حاداً للإنسان عند تناول الطعام الملوث بها بعد فترة قصيرة من المعاملة قد تصل إلى عدة ساعات أو يوم وقد يحدث الضرر على المدى الطويل وتختلف درجة الضرر طبقاً لطريقة التعرض للمبيد ونوعه ومدة التعرض له وشدة تركيزه.

ونشير فيما يلى لبعض الآثار السلبية لبعض هذه المبيدات:

١- الآثار السلبية للمبيدات الكلورونية العضوية، تحدث الإصابة بهذه المبيدات نتيجة إمتصاصها عن طريق الإستنشاق أو الجهاز الهضمى عن طريق الفم أو من خلال الجلد ولكن بدرجة ضعيفة. وعند المستويات السامة تظهر أعراض منها الإلتهابات - الزغلة - عدم التوازن - أورام - تشنجات وتظهر هذه الأعراض بعد ساعات من التعرض. وعند تناول الفئران الحوامل جرعات مرتفعة من المبيد أدى ذلك لحدوث تسوهات خلقية فى الأجنة مع إرتفاع معدل موت الأجنة، كما أدى تعاطيها بجرعات أقل من الحادة إلى حدوث سرطان الكبد فى الزمن الطويل.

٢- الآثار السلبية للمبيدات الفوسفورية العضوية: تعتبر هذه المبيدات أكثر سمية عن المبيدات الكلورونية العضوية وترجع سميتها أساساً إلى تثبيط إنزيم أستيل كولين إستريز فى مراكز الإتصال العصبى والذى يؤدى إلى شلل العضلات ويؤدى التسمم الحاد إلى ألم شديد ورعشة فى العضلات وتشنجات وفشل عضلات الحجاب

الحاجز الذى يؤدى إلى الوفاة نتيجة الفشل فى التنفس، كما أنه سام للقلب Cardiotoxic ويسبب تغيرات غير طبيعية فى رسم القلب الكهربى. كما تسبب تشوهات خلقية فى الأجنة. ويتوقف هذا كله على تركيز الجرعة التى يتعرض لها الإنسان. ويؤدى التسمم المعتدل (تحت الحاد) إلى التهابات جلدية - إكتئاب - تدهور الجهاز المناعى - أرق - تهيج الأغشية الداخلية للجهاز التنفسى إذ تعتبر جزيئات المبيد من المواد المسببة للحساسية الصدرية التى تؤدى إلى تورم الشعب الهوائية وزيادة إفرازاتها، كما يسبب إعاقة دخول وخروج الهواء وظهور أعراض الأزمات الربوية.

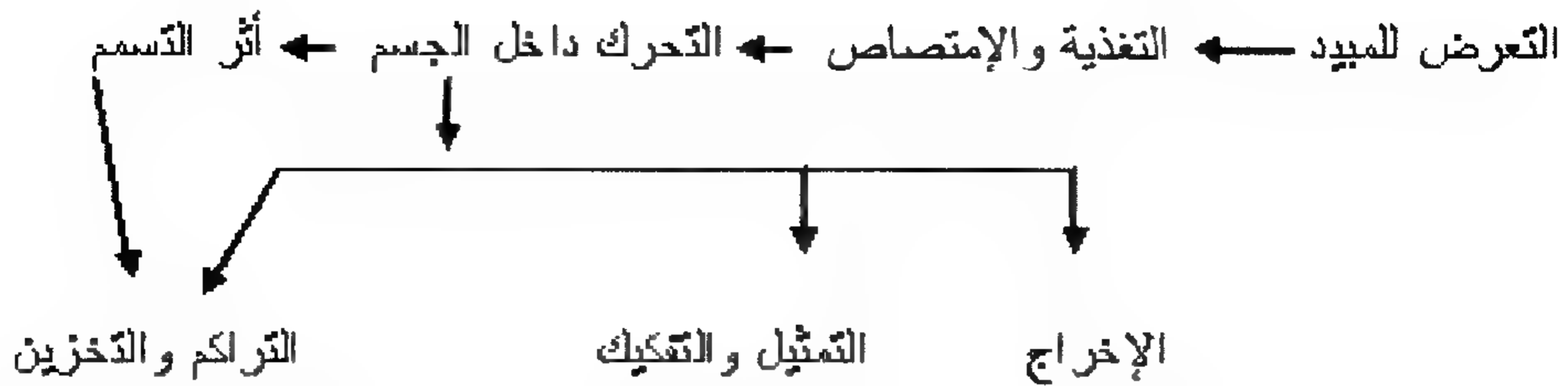
٣- الآثار السلبية لمبيدات الكرباميت Carbamates

يؤدى التسمم الحاد بهذه المبيدات إلى ضعف العضلات، إنقباضاتها، انخفاض ضغط الدم، فشل الجهاز التنفسى وتشنجات، توقف القلب، تثبيط إنزيم أستيل كولين إستريز ويؤدى التسمم تحت الحاد إلى الصداع وآلام فى البطن وقئ وإسهال وعدم تركيز ورعشة وعدم وضوح الرؤيا وإفراز زائد فى اللعاب.

معظم مركباتها غير مسرطنة ولكن بعضها مثل الكارباميل يسبب تشوهات خلقية فى الأجنة عند جرعة ١٠ جم / كجم والجرعة المنخفضة ٤ مجم / كجم تسبب إرتفاعاً فى عدد وفيات الأجنة.

التأثير السام للمبيدات:

تشير الدراسات إلى أن هناك بضع ملايين من حالات التسمم تحدث فى العالم سنوياً يموت منها من ٤ - ٥ أفراد. كل ساعة ويرجع التأثير السام للمبيد إلى تعطيل الإنزيمات المشاركة فى عمليات الأيض (التمثيل الغذائى) أو التوصيل العصبى أو إلى التفاعل مع البروتينات وإتلاف الخلايا والأنسجة. ويبين التخطيط التالى آلية حركة المبيد فى الجسم ومدى قدرته على تمثيله وتحليله والتخلص منه عن طريق الإخراج أو طرحه ليتراكم فى الأنسجة غير الحساسة مثل الدهون.

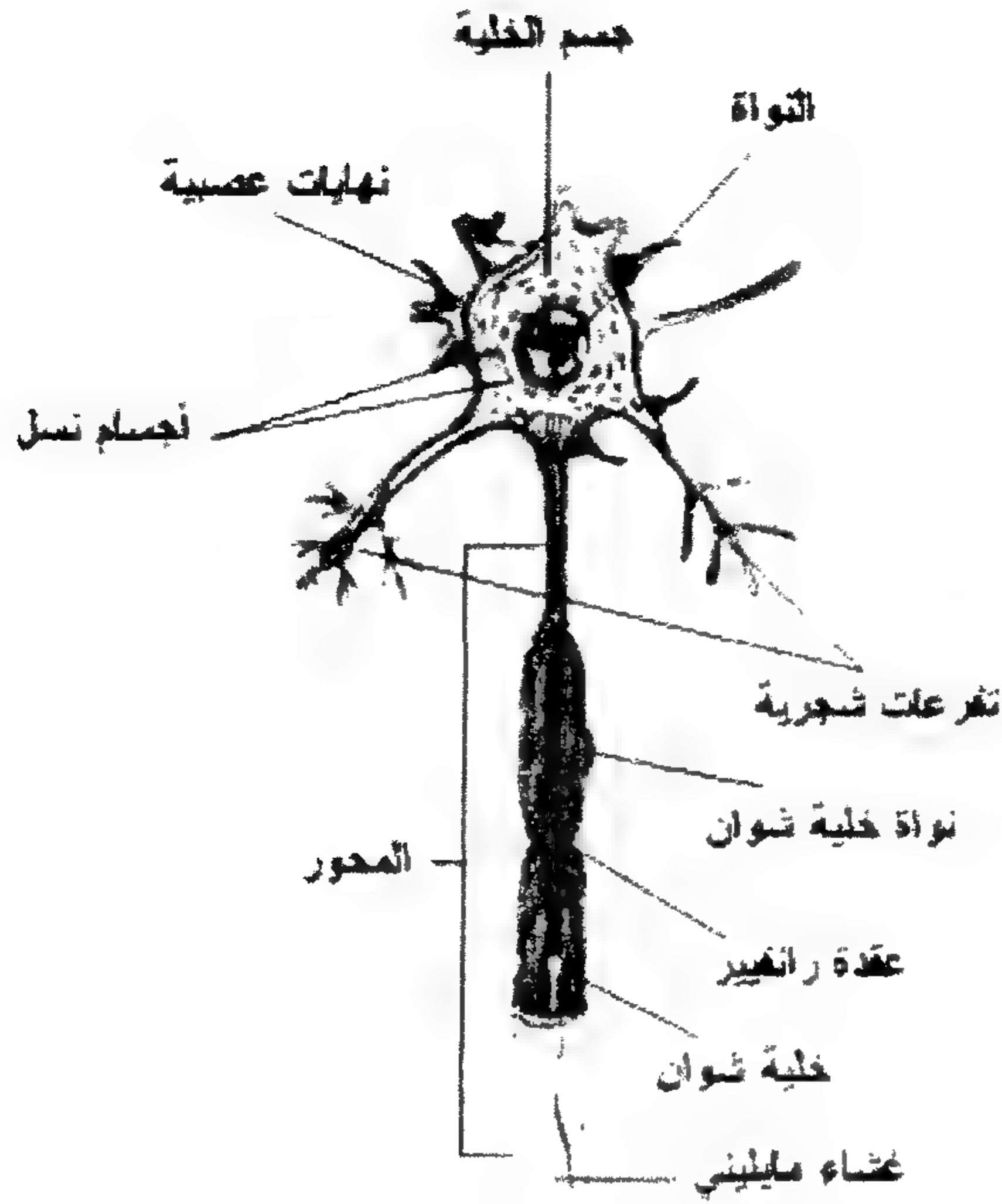


كيفية تأثير المبيد (السموم العصبية) على الجهاز العصبى:

أ- تركيب الجهاز العصبى:

يتتركب الجهاز العصبى من العديد من الوحدات البنائية المتكررة هى الخلايا العصبية (شكل ٣) التى تتجمع فى المخ أو فى العقد العصبية، وتخرج من الخلايا العصبية زوائد محورية تعرف بالألياف العصبية تصلها بخلايا عصبية أخرى أو بأعضاء الإستجابة بالجسم مثل الألياف العضلية أو الغدد المفرزة.

ويغلف المحور العصبى بوحدات صغيرة تعرف (بخلايا شوان) تلتف حوله مكونة غلافاً طويلاً من مادة دهنية بروتينية تعرف بغشاء ميلين عدا مناطق محدودة تعرف (بعقد رانفيلية) وينتهى المحور بنهاية طرفية تحمل إنتفاخات دقيقة. بقرب الزوائد الشجرية للخلايا العصبية الأخرى ويفصل بينهما مساحة صغيرة تعرف بالمشبك العصبى، وتحتوى نهايات المحور على حويصلات بها موصلات كهربائية أهمها مركب أستيل كولين.



شكل (٣) تركيب الخلية العصبية

ب- كيفية تأثير المبيد على الجهاز العصبي

إذا استثثرت الخلية العصبية فإن سيلاً عصبياً يتجه سريعاً نحو المحور ليصل إلى نهايته الطرفية فتدخل أيونات الكالسيوم من الخارج إلى داخل الحويصلات فتتمدد تلك الحويصلات وتتجه نحو المشبك العصبي وتفرغ محتواها من مادة أستيل كولين وهو ما يعد رسالة كيميائية تستقبلها الخلية العصبية الأخرى بغشائها الحساس الذي يوصل الرسالة كنبضة كهربية حيث تمر من الزوائد الشجرية عبر الخلية ومنها إلى محورها وتصل الرسالة في النهاية إما إلى سطح خلية عضلية أو غدية لتحث الاستجابة المطلوبة، وبوصول الرسالة وحدث الاستجابة يتوقف عمل السيل العصبي بفعل إنزيم يعرف باسم "استيل كولين إستريز" يوجد حول المشبك العصبي ويعمل على تحليل الأسيتل كولين فتعود الخلية العصبية والمحور لحالتهم قبل الإثارة في انتظار رسالة جديدة.

وتعمل السموم العصبية ومنها بعض المبيدات الكيميائية على تعطيل عمل ذلك الإنزيم (أستيل كولين إستريز) المحلل لمركب التوصيل (أستيل كولين) فتبقى الخلية العصبية فى حالة إستثارة مستمرة أى تتعطل وظيفتها فى إستقبال رسائل عصبية جديدة، فيحدث الشلل وتعجز أجهزة الجسم بالتالى عن أداء وظائفها الحيوية.

والسموم العصبية منها ما يعطل عمل أيونات وإنزيمات خاصة بنفاذية أغشية الخلايا العصبية ومحاورها فيختل مرور السيل العصبى ولايصل إلى الخلايا المختلفة، كما أن بعض المبيدات تعمل على إذابة الغلاف الدهنى للمحور العصبى، فتتداخل السائلات العصبية وتختل الإستجابة وينتهى الأمر بالموت. ويمكن بإختصار توضيح مظاهر التسمم بالمبيدات على مختلف أجهزة الجسم فى الجدول التالى (جدول ٥٩).

جدول (٥٩) مظاهر التسمم بالمبيدات

الجهاز المستهدف	العضو الذى يظهر عليه أعراض المرض	مظاهر التسمم
الجهاز التنفسى	الأنف - القصبة الهوائية - الرئتان	ضيق تنفس - كحة - إتهاب
الجهاز الهضمى	المعدة - القولون	ألم شديد فى منطقة البطن
الجهاز البولى	الكليتان	آلام الظهر - التبول أكثر أو أقل من المعتاد - تلون البول
الجهاز العصبى	المخ - الحبل الشوكى	صداع - عدم توازن
الجهاز الدورى	الدم	فقر دم (إنهاك وضعف)
الجلد	الجلد - العينان	إتهاب الجلد - حك وإحمرار الجلد - بثرات
الجهاز التناسلى	أعضاء التناسل	عقم - عيوب خلقية فى الجنين

أثر المبيدات على الميكروبات بالبن:

لايوجد تأثير على النشاط الميكروبى فى اللبن الملوث بالمبيدات حتى تركيز ١٠٠ مجم / مل لبن وذلك فى وجود الكازين وقد يرجع ذلك لإرتباط المبيد بالكازين أما عند خلو البيئة من الكازين فإن المبيدات تثبط فعل الميكروبات.

الإحتياطات الواجب مراعاتها لتقليل الآثار الضارة للمبيدات على صحة الإنسان:

١- مراعاة التعليمات الخاصة بفترة الأمان من المعاملة وحتى التناول، حيث أنه عند معاملة المحاصيل الغذائية بمبيدات الآفات تتحل هذه المبيدات بوسائل كيميائية وحيوية بمعدلات مختلفة طبقاً لطبيعة المبيد والمادة الغذائية، وهناك كثير من المبيدات تختفى متبقياتها بسرعة خلال عدة ساعات أو أيام بعد المعاملة، ثم يبدأ معدل فقد المبيد ببطء بعد ذلك لذا يجب معرفة حدود أمان متبقيات المبيد على المحصول بحيث لايسمح بتسويقه إلا إذا كانت المتبقيات فى الحدود المسموح بها ولايصرح بتداول غذاء إذا مازاد المتبقى من المبيد عن النسب المسموح بها وتعرف أكبر كمية من المتبقى من المبيد المسموح به فى الغذاء بالحد المسموح Tolerance ويختلف هذا الحد باختلاف نوع الغذاء ونوع المبيد ودرجة سميته.

٢- يفضل مقاومة حشرات محاصيل الخضر بالمبيدات التى تتحلل بسرعة فى غضون أيام، ولايبقى منها أى أثر فى أنسجة النبات إلا مائل، وبصفة عامة ينصح بعدم جمع المحصول المعامل بالمبيدات العضوية إلا بعد إسبوعين على الأقل من آخر معاملة بالمبيد.

٣- إتباع بعض العوامل التكنولوجية على الخضر والفاكهة قبل إستهلاكها مثل التقشير - الغسيل - الطهو - التجفيف.

٤- وفى اللبن: أجريت أبحاث للتخلص من المبيد بعد التلوث وذلك من البقرة الحلوب وكذا من اللبن.

أ- التخلص من المبيدات بعد التلوث من البقر الحلوب:

- i - ميكانيكياً: إختيار مركبات لها القدرة على الارتباط بالمبيد وإخراجه قبل إرتباطه بالجسم ومثال ذلك مخلوط من الفحم النشط وأكسيد المنجنيز وحمض التانك بنسبة ٣ : ١ : ١ ويعطى للحيوان حوالى واحد كجم يومياً تخلط مع الغذاء الملوث مباشرة بشرط عدم إستخدام المخلوط مدة طويلة وذلك لإمتصاص المواد السابقة لبعض الإنزيمات.
- ii - كيميائياً: بإعطاء بعض المركبات مثل Phenobarbitol وهذا ينشط الكبد لإنتاج إنزيمات تحلل بعض المبيدات مثل داي الديرين Dieldrin ليتحول إلى مركب قابل للذوبان فى الماء يخرج مع البول.

iii - فسيولوجياً: يكون الجسم مناعة بعد فترة بإنتاجه إنزيمات تحلل المبيدات
حافطة تركيزها عند معدل معين.

ب- من اللبن:

- i - كيمائياً: كإستخدام الأشعة فوق البنفسجية (تكسير بعض المبيدات) أو فوق
أكسيد الأيدروجين (أكسدة بعض المبيدات).
- ii - تكنولوجياً: مثل التجفيف أو التسخين أو إزالة الروائح تحت تفريغ.

الفصل الخامس عشر

الإشعاع والتلوث بالنويات المشعة (النظائر المشعة) Irradiation and Contamination With Radionucleatides

تركيب الذرة والإشعاع:

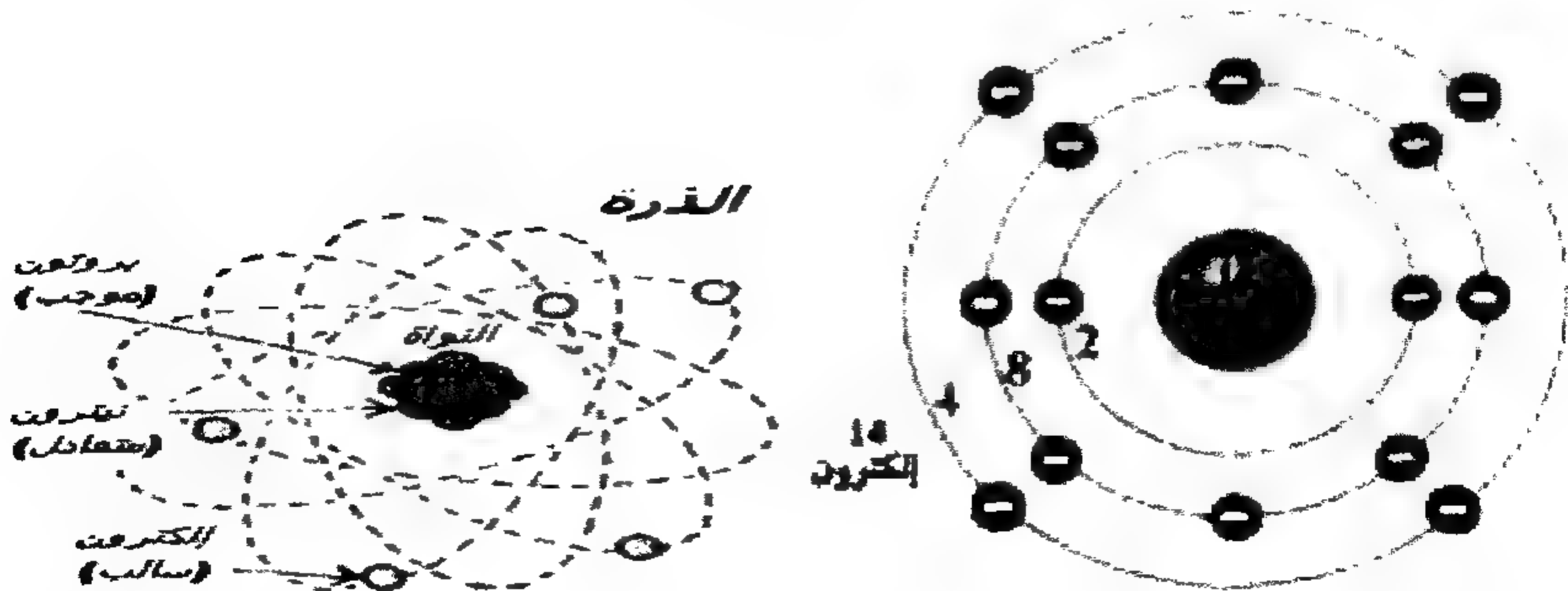
تتكون ذرة العنصر من نواة مركزية تحتوى على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة. ويدور حول الذرة إلكترونات سالبة الشحنة ويطلق على عدد البروتونات فى الذرة بالعدد الذرى، ويطلق على مجموع البروتونات + النيوترونات العدد الكلى فمثلاً ذرة الكربون تكتب

العدد الكلى وهو مجموع البروتونات + النيوترونات

$^{12}\text{C}_6$

العدد الذرى وهو عدد البروتونات

وهذا يعنى أن ذرة الكربون تحتوى 6 نيوترونات.

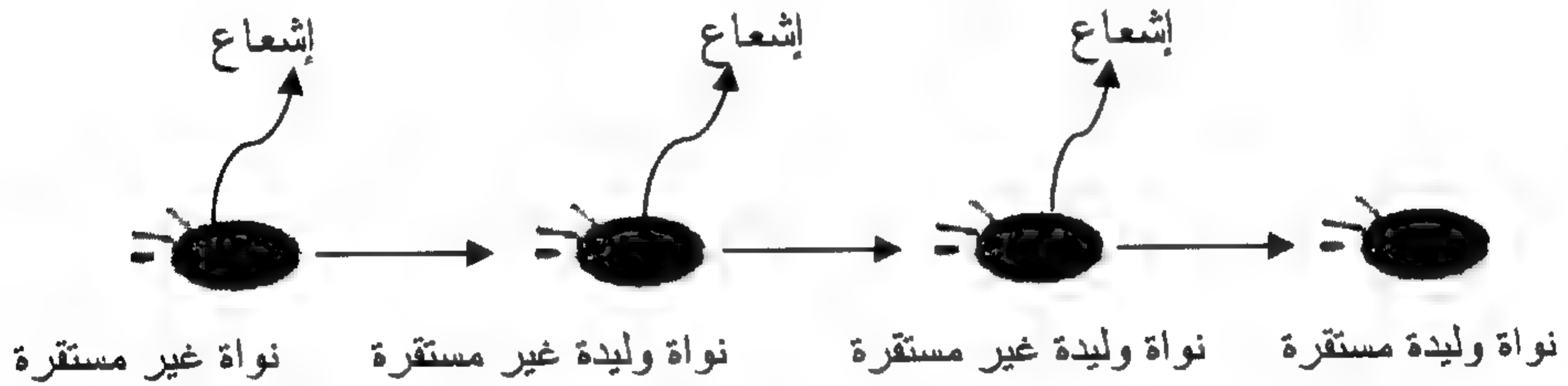


وفى بعض العناصر نجد أن أنوية ذراتها تتفق فى عدد البروتونات بينما تختلف فى عدد النيوترونات أى تتفق فى العدد الذرى بينما تختلف فى عدد النيوترونات ويطلق على هذه العناصر بالنظائر مثال ذلك:

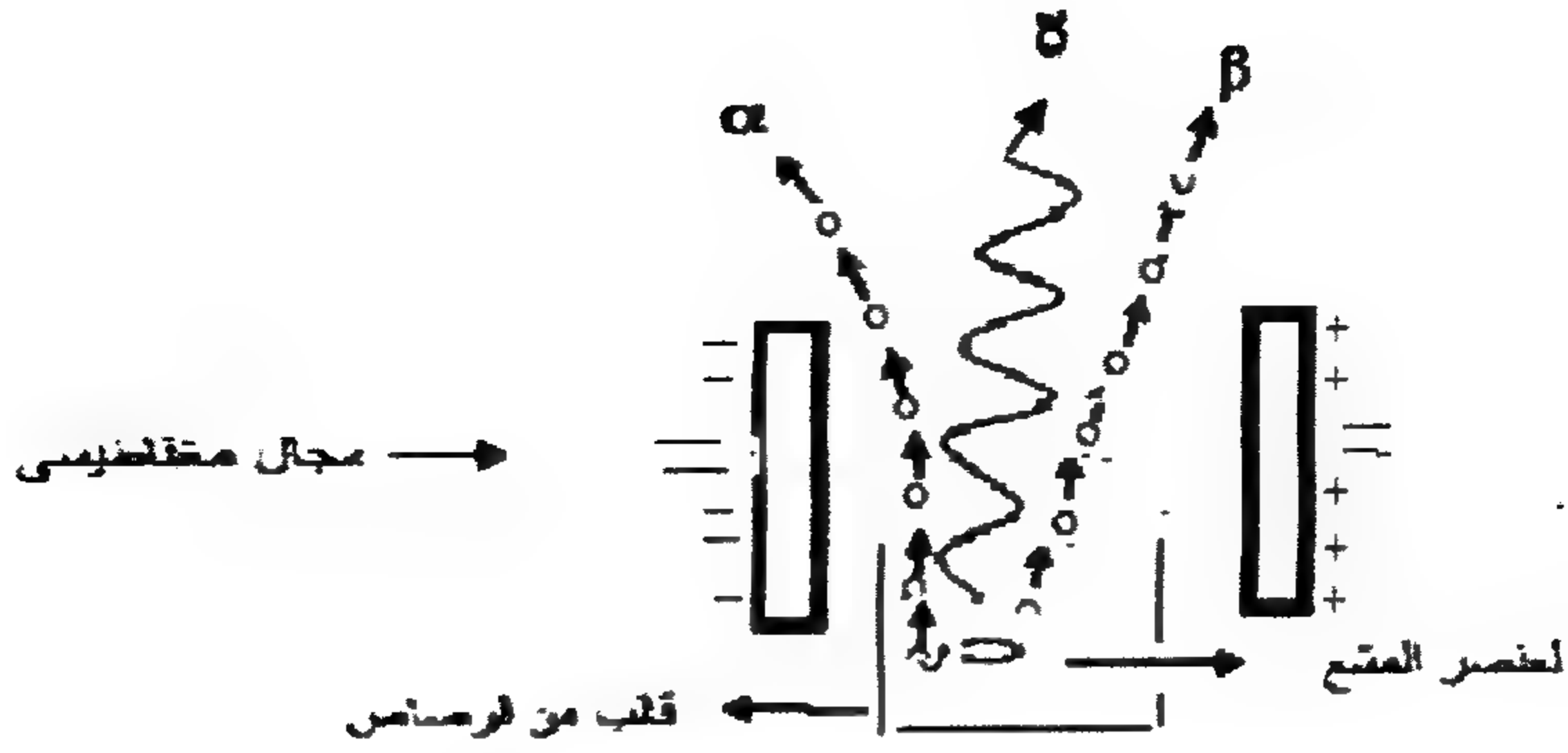
الكربون $^{12}\text{C}_6$ ونظيره $^{14}\text{C}_6$ ويوجد من هذه النظائر نوعان فى الطبيعة:

١- النظائر الثابتة أو المستقرة: وهى عناصر لايتغير تركيبها الذرى بمرور الزمن وعادة ما تكون ذات وزن ذرى صغير.

٢- النظائر المشعة أو غير المستقرة أو غير الثابتة: وهى عناصر تتفكك نواتها تلقائياً وهى عادة ماتكون ذات وزن ذرى كبير ٢٠٩ فما فوق وعددها الذرى ٨٢ فما فوق، ونتيجة تفكك نواة هذه العناصر ينبعث بها إشعاعات خاصة تسمى إشعاعات ألفا α ، بيتا β ، جاما γ وتنتج نواة جديدة تسمى نواة وليدة وهذه النواة الوليدة قد تكون مستقرة أو غير مستقرة والأخيرة سوف تتضاءل مرة ثانية حتى تتكون نواة وليدة مستقرة.



وتحول النواة المشعة (غير المستقرة) إلى نواة عنصر آخر مستقر يسمى بالنشاط الإشعاعى Radioactivity ويقل النشاط الإشعاعى بمرور الزمن ويتميز بما يعرف بعمر النصف Half life وهو الزمن اللازم لنقص النشاط الإشعاعى إلى النصف، وقد يتحول بعده إلى عنصر آخر مشع (غير مستقر) أو إلى عنصر غير مشع (مستقر). ويتراوح عمر النصف من جزء من الثانية إلى ملايين السنين والمواد المشعة قصيرة عمر النصف تتفكك بسرعة وتطلق أشعة شديدة الإختراق ولذا فهى أشد ضرراً للإنسان ومعظم المواد المشعة من هذا النوع. أما المواد المشعة طويلة عمر النصف فإنها تتفكك ببطء وتطلق اشعة قليلة ذات قوة إختراق ضعيفة وهى لاتضر الإنسان إلا إذا وصلت داخل الجسم. ويبين الشكل (٤) الأشعة المنبعثة من عنصر مشع وأهم خواصها.



شكل (٤) الأشعة المنبعثة من عنصر مشع وأهم خواصها

الأشعة المنبعثة من عنصر مشع:

أ- أشعة جاما: وهي أشعة موجبة ليست بجسيمات، لاتحمل شحنة وهي ترافق إشعاع ألفا α وبيتا β مثال ذلك: تحول الراديوم 266 إلى الرادون 222 وإنطلاق أشعة α وجاما γ وتتميز بأن لها طاقة عالية جداً وقوة نفاذية عالية جداً وقدرة تأيينية ضعيفة. وهي أكثر استخداماً في مجال الصناعات الغذائية. وتخترق جسم الإنسان وتسبب تلفاً كبيراً لخلاياه.



ب- أشعة β : عبارة عن جسيمات (إلكترونات) تحمل شحنة سالبة حيث يتحول أحد

نيوترونات النواة إلى بروتون مع إنطلاق إلكترون مثال ذلك الثوريوم $^{234}\text{Th}_{90}$

فإنه يتحول إلى البرونكتينيوم $^{234}\text{Pa}_{91}$



فيزيد عدد البروتونات بواحد ويبقى عدد الكتلة ثابتاً مع فقد إلكترون.

ويمكن لأشعة بيتا أن تخترق الطبقة الميتة الخارجية للجلد وتتوقف عندها مسببة تلفاً في أنسجة الجلد، حيث يبدو الجلد وكأنه محروق. ولا يمكن لجسيمات بيتا الساقطة على الجلد من الخارج أن تخترق الأعضاء الداخلية. ولكن تأثيرها على الأعضاء يمكن أن يكون فعالاً إذا أخذ باعث بيتا داخلياً.

نتيجة استنشاق أو ابتلاع وتتميز أشعة بيتا بأن لها طاقة وقوة نفاذية أقل من α وأعلى من α ولها قوة تأينية متوسطة.

ج- أشعة α :

عبارة عن جسيمات تحمل شحنة موجبة وهى تعادل أيون ذرة الهيليوم $^4\text{He}_2$ ومن أهم مصادرها نظير اليورانيوم ^{238}U الذى يعطى الثوريوم ^{234}Th وشعاع بيتا



ولا يمكن لأشعة (α) أن تخترق حتى طبقة معينة من الخلايا على سطح الجلد ولكن جرعة خارجية مكثفة من أشعة α يمكن أن تحدث حرقاً بالجلد. بالإضافة إلى أنه يمكن لجسيمات ألفا أن تؤدي إلى تلف كبير إذا انبعث داخل الجسم نتيجة استنشاق أو ابتلاع باعث ألفا. وتتميز بأن لها طاقة وقوة نفاذية قليلة جداً ولها قوة تأين كبيرة.

ويجب أن نفرق بين المعاملة بالإشعاع وبين النويات المشعة

Radionuclides	المعاملة بالإشعاع Irradiation
إذا أخذت (ابتلعت) مع الغذاء أو الشراب أو عن طريق الاستنشاق أو الجروح فإنها تطلق إشعاعاتها α ، β ، γ داخل الجسم مسببة أضراراً بالغة لخلاياه. ويحدث ذلك عند تلوث الغذاء أو الشراب أو الهواء الذى يدخل جسم الإنسان بهذه النويات. وقد تستخدم هذه النويات فى إنتاج الطاقة كما قد تستخدم فى علاج بعض الأمراض حيث توجه للعضو المصاب أو فى عمل بعض العقاقير وذلك بكميات مدروسة	يستخدم الإشعاعات α ، β ، γ المنبعثة من النويات المشعة فى حفظ الغذاء وعلاج بعض الأمراض والأغراض الطبية بشرط عدم تعرض الجسم لجرعات عالية منها إذ تسبب تلفاً وجروحاً للجسم وعموماً يجب مراعاة الاحتياطات الأمنية بمنتهى الدقة فى التعامل مع هذه الإشعاعات وكذا المواد (النويات المشعة) المستخدمة فى إنبعاتها.

التلوث بالإشعاع

مقدمة:

يعتبر التلوث بالإشعاع من أخطر أنواع التلوث، حيث أنه لا يرى، ولا يشم، ولا يحس فهو يدخل الجسم دون سابق إنذار، ودون ما يدل على تواجده أو ترك أثر في بادئ الأمر. ويصل الضرر ذروته في حالة تمكن الإشعاع من المادة الوراثية للكائن الحي، إذ أنه في هذه الحالة لا يقتصر الضرر على الكائن الحي ذاته، بل يتعداه إلى نسله محدثاً تشوهات ومشاكل أخرى. وقد إستحوذ موضوع التلوث بالإشعاع إهتمام البشر لما له من آثار خطيرة على الكائنات الحية قد تستمر سنين طويلة. ويقصد بالتلوث بالإشعاع كل أنواع الإشعاعات التي يترتب عنها تلوث البيئة، ومنها الإشعاعات الذرية، الأشعة الكونية والأشعة السينية وغيرها من الإشعاعات.

مصادر الإشعاعات والنظائر المشعة

مصادر طبيعية: تنتج عنها إشعاعات دون تدخل الإنسان في إنبعائها وتشمل:

١- الأرض: ويصدر منها نوعان من الأشعة:

أ- أشعة مؤينة: وهي الأشعة الناتجة من العناصر والنظائر ذات النشاط الإشعاعي (وهي العناصر التي تزيد عددها الذري عن ٨٢) حيث ينتشر في القشرة الأرضية كثير من المواد المشعة ويزداد تركيز هذه المواد في الصخور الغريانية عن البازيلتية والرسوبية، ويقل في الصخور الجيرية والرملية ومن أهم العناصر المشعة التي تحتويها القشرة الأرضية اليورانيوم والثوريوم وتختلف كمية الإشعاع المنبعث منها باختلاف نوعها ونسبة وجودها والأشعة الناتجة من هذه العناصر أو النظائر ذات النشاط الإشعاعي إما أن تكون:

i - مشحونة أي تحمل شحنة ومن أمثلتها أشعة α ، أشعة β

وأشعة ألفا (α): رغم قلة سرعتها النسبية وبالتالي ضعف إختراقها للمواد، إلا أن لها قدرة كبيرة على إحداث تأين في ذرات المواد التي تمر فيها، لذا

فهي شديدة الضرر على الخلايا والأنسجة الحية التي تمر خلالها، وتعتبر من أخطر الإشعاعات التي يحدث عن التلوث بها أشد الأضرار للإنسان والكائنات الحية الأخرى.

أما أشعة بيتا (β): فنظراً لصغر كتلتها عن α فهي أكثر قدرة على اختراق الأجسام من أشعة α ولكن قدرتها على إحداث التأين أضعف من ألفا (α).
ii - جسيمات متعادلة (نيوترونات) ولها القدرة على إحداث تأين للمادة والأنسجة بصورة غير مباشرة لذا فهي من الأشعة الخطرة إذا ما تعرضت لها الخلايا والأنسجة الحية.

ب- أشعة غير مؤينة: كما تقوم الأرض باختزان جزء من طاقة الإشعاعات الشمسية التي تصل إليها وهي مجموعة من موجات الأشعة الحرارية الطويلة (تحت الحمراء الطويلة). وهي إشعاعات أرضية غير مؤينة يتم امتصاصها بواسطة بخار الماء في طبقات الجو السفلى. ولا ينفذ منها إلى طبقات الجو العلوية إلا قدر ضئيل (3%) وهذا القدر ينعكس على السحب ليعود مرة أخرى إلى الأرض مما يجعل الأرض كما لو كانت صوبة زجاجية Green house.

٢- الأشعة الكونية:

وهي من الفضاء الخارجى مصدرها المجرات الموجودة فى الفضاء السحيق، وكذا من الزوابع والانفجارات التى تحدث على سطح الشمس. ويمكن لبعض هذه الأشعة النفاذ داخل طبقات الهواء والوصول إلى مستوى الحياه على الأرض، ولما كانت هذه الأشعة تحتوى على بعض الجسيمات المشحونة لذا تتأثر كثافتها بالمجال المغناطيسى للأرض ومركزه والارتفاع عن سطح البحر فتزداد كثافتها بزيادة الارتفاع عن سطح البحر وزيادة البعد عن خط الإستواء. وتتكون الأشعة الكونية من عديد من الإشعاعات منها:

أ- إشعاعات مؤينة: وهي تحدث تأيناً فى ذرات الوسط الذى تمر به بمعنى أنها تكسب ذرات الوسط قدراً من الشحنات السالبة أو الموجبة ومنها الأشعة السينية X rays والأشعة فوق البنفسجية uv rays وأشعة جاما rays والأخيرة موجات أو أشعة كهرومغناطيسية لها قدرة كبيرة على اختراق

الأنسجة الحية إلا أن قدرتها على إحداث تأين أقل من قدرة أشعة ألفا (α)، أو بيتا β .

ب- أشعة غير مؤينة: وهذه الأشعة أطوالها ليس لها القدرة على إحداث تأين في ذرات الوسط الذي تمر فيه ومن أمثلتها موجات الراديو الطويلة والمتوسطة والقصيرة، إشعاعات الضوء المرئي (بألوان الطيف المختلفة) والأشعة تحت الحمراء، الموجات القصيرة (microwave).

٣- الهواء القريب من سطح الأرض:

يحتوى الهواء القريب من سطح الأرض على مواد ذات نشاط إشعاعي، تتولد نتيجة تفاعل الأشعة الكونية مع أنوية ذرات الغازات المكونة للغلاف الجوى فيتولد فى الجو نظير الكربون C^{14} ، نظير الهيدروجين H^3 ونظير البريليوم Be^7 . كما يحتوى الهواء القريب من سطح الأرض على الرادون والثورون وهما ناتجان من تحلل اليورانيوم والثوريوم.

٤- المياه:

إذ تحتوى نسبة من العناصر المشعة تختلف باختلاف مصدرها فمثلاً تحتوى مياه البحار أعلى تركيز من البوتاسيوم ٤٠ والثوريوم ٢٢٢ وتحتوى المياه الجوفية أعلى نسبة من الراديو. أما المياه المنزلية فهي خالية تقريباً من العناصر المشعة إذ أن طرق معالجتها وترسيب الشوائب منها يخلصها نسبياً من المواد الذائبة والعالقة بها.

مصادر صناعية من صنع الإنسان: ومنها

١- القنابل الذرية كما فى الحرب العالمية الثانية فى هيروشيما وناجازاكي باليابان ويعتبر الغبار الذرى المتساقط من القنابل الذرية من أهم مصادر تلوث البيئة بالمواد المشعة، ويؤدى تفجير القنابل الذرية فى الهواء القريب من سطح الأرض إلى إنصهار جزيئات من ترابها، ويندمج الغبار العالق فى الهواء مع المواد الإنشطارية ويكون ما يسمى بالغبار الذرى Fallout، وما يتساقط منه بالقرب من منطقة التفجير يسمى بالغبار الذرى المحلى، أما الجزيئات الصغيرة فإنها تتصاعد فى الجو وتتخزن فى طبقات الجو العليا، وهى عادة عناصر ذات عمر نصفى

Half life طويل ولذا لا تسبب مشاكل خطيرة للإنسان لسنوات عديدة حيث تترسب على الأرض بعد ذلك وتسمى بالغبار الذرى المتأخر.

٢- السفن المحملة بالنفايات النووية.

٣- المفاعلات النووية (كوارث) ومن أمثلتها بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٩٧٥ وتشرنوبل بالإتحاد السوفيتى سابقاً سنة ١٩٨٦.

٤- محطات توليد الطاقة وتحلية المياه.

٥- تشيع بعض العناصر الثابتة للحصول على عناصر مشعة.

وتسهم المصادر الطبيعية بأكثر من ٩٨٪ من الإشعاعات التى يتعرض لها الإنسان بما فى ذلك التلوث الإشعاعى الذرى الذى يتعرض له الإنسان فى الإستخدامات الطبية مثل أشعة X، إذ تعادل الجرعة التى يتعرض لها السكان من هذه الأشعة ~ ٩٥٪ من الإشعاع الكلى، وهذا يدل على أن ما تسهم به القوى النووية والأسلحة النووية صغير جداً.

مجال استخدام النظائر المشعة والإشعاع سلمياً

المجال الطبى: التصوير - علاج الأورام السرطانية - التشخيص - علاج إختلال وظائف الغدد وأمراض الدم.

المجال الصناعى: إنتاج الطاقة.

أ- فى المجال الطبى:

١- تشخيص بعض الأمراض وذلك إما:

i - بالتصوير بالأشعة السينية: يمكن إجراؤها على مختلف أجزاء الجسم (جمجمة - صدر - أطراف إلخ).

ii - بإستخدام النظائر المشعة: وذلك بحقنها أو إعطائها عن طريق الفم وإقتفاء أثرها فى أنسجة الجسم، وذلك بقياس درجة الإشعاع فى أماكن مختلفة من الجسم خاصة الأجزاء التى يراد تحديد حجمها ونشاطها. ويبين الجدول (٦٠) أهم النظائر المستخدمة فى التشخيص الطبى.

جدول (٦٠) أهم النظائر المستخدمة في التشخيص الطبى

النظير المشع	إستخداماته فى التشخيص الطبى
اليود ١٣١	يستخدم فى أكثر من نصف الفحوص التشخيصية. فيستخدم فى: تحديد حجم الدم وضخ القلب وحجم البلازما وقياس وظائف الكبد والكلية والغدة الدرقية. كشف أورام المخ وسرطان الغدة الدرقية.
الفوسفور ٣٢	فى تحديد الأورام السرطانية بالجسم مثل كشف سرطان الجلد، وكذا فى جراحة المخ خاصة عندما يصبح من الصعب تمييز النسيج السرطانى عن العادى. إذ تتميز الخلايا السرطانية بإحتوائها على نسبة عالية من الفوسفور تفوق الخلايا العادية.
الكروم ٥١	فى قياس حجم الدم لتحديد مدى الحاجة لنقل الدم. قياس أعمار خلايا الدم الحمراء لكشف بعض حالات فقر الدم فى معرفة الوضع الدقيق للمشيمة فى المرأة الحامل.

٢- العلاج بالإشعاع: خاصة علاج الأورام (قتل الخلايا السرطانية) خاصة فى الحالات التى يصعب فيها إزالة النسيج السرطانى جراحة، وفيها يستخدم إشعاع على الشدة (عميق) يوجه بآلة خاصة إلى النسيج السرطانى. يؤدى هذا الإشعاع إلى قتل الخلايا السرطانية وترك النسيج العادى. إذ أن الخلايا السرطانية أكثر حساسية للإشعاع من الخلايا العادية. ويستخدم فى ذلك عادة الكوبلت المشع والرادىوم. كما تستخدم الأشعة السطحية وفوق البنفسجية وتحت الحمراء فى علاج الأمراض الجلدية.

٣- العلاج بالعقاقير المشعة: وهى مواد كيميائية تحتوى نظائر مشعة لها خاصية التمرکز فى مناطق خاصة بالجسم فمثلاً:

i - اليود ١٣١: يتمركز فى الغدة الدرقية لذا يستخدم فى تدمير خلاياها عند زيادة نشاطها لتعود لحالتها الطبيعية.

ii - الفوسفور ٣٢: يتمركز فى الكرات الدموية الحمراء لذا يستخدم فى بعض حالات السرطان التى يرتفع فيها عدد كرات الدم الحمراء بدرجة كبيرة.

٤- تعقيم الآلات الجراحية وبعض المواد الطبية مثل المضادات الحيوية إذ أن التعقيم الحرارى يقلل من كفاءتها.

- ب- فى الزراعة: فى تقدير إحتياجات النباتات من العناصر الغذائية، إحداث طفرات (سلالات) مقاومة للأمراض.
- ج- فى الصناعة: تحديد سمك وكثافة المواد. تحديد تلف الآلات وإلتوائها وتآكلها. صناعة الساعات وللوحات المضئية والتليفزيون والميكروسكوب الإلكترونى.
- د- فى الأغذية المحفوظة: كبديل للمعاملات الحرارية وذلك بمعاملتها بجرعات معتدلة من الإشعاع.
- هـ- إنتاج الطاقة: الطاقة النووية لاغنى عنها لتقدم الأمم بشرط أخذ الإحتياطات للمحافظة على المحطات النووية وتلافى أخطار إستخدامها.
- و- الأبحاث: إقتفاء المواد المشعة داخل الجسم، ومعرفة العمر التقريبى لأى أثر من الآثار المكتشفة.

النويات المشعة Radionuclides

يقصد بلفظ Radionuclides المواد التى لها خاصية الإنبعاث المستمر للإشعاع radioactivity إذ تحتوى هذه المواد على عديد من العناصر التى لها هذه الخاصية. ويبين جدول (٦١) العناصر المشعة الشائعة باللبن

جدول (٦١) العناصر المشعة الشائعة باللبن

العنصر المشع	فترة نصف العمر	أهم أنواع الإشعاع	التركيز باللبن بيكريل / لتر	المصدر الإشعاعى
روبيديوم	49×10^9 سنة	β	٠,٥ - ٣,٥	طبيعى
بوتاسيوم	$1,3 \times 10^9$ سنة	β, γ	٤٠ - ٦٠	طبيعى
كربون ١٤	٥٧٣٠ سنة	β	١٤ - ١٦	طبيعى
سيزيوم ١٣٧	٣٠,٢ سنة	β, γ	أقل من ١,٠	صناعى
إسترانشيوم ٩٠	٢٨,٦ سنة	β	أقل من ٠,٠٤	صناعى
بريليوم	١٢,٤ سنة	β	أقل من ٦,٣	طبيعى
سيزيوم ١٣٤	٧٥٤,٢ سنة	β, γ	أقل من ١٠	صناعى
إسترانشيوم ٨٩	٥٠,٥ سنة	β	غير معروف	صناعى
أيودين ١٣١	٨,١ سنة	β, γ	غير معروف	صناعى

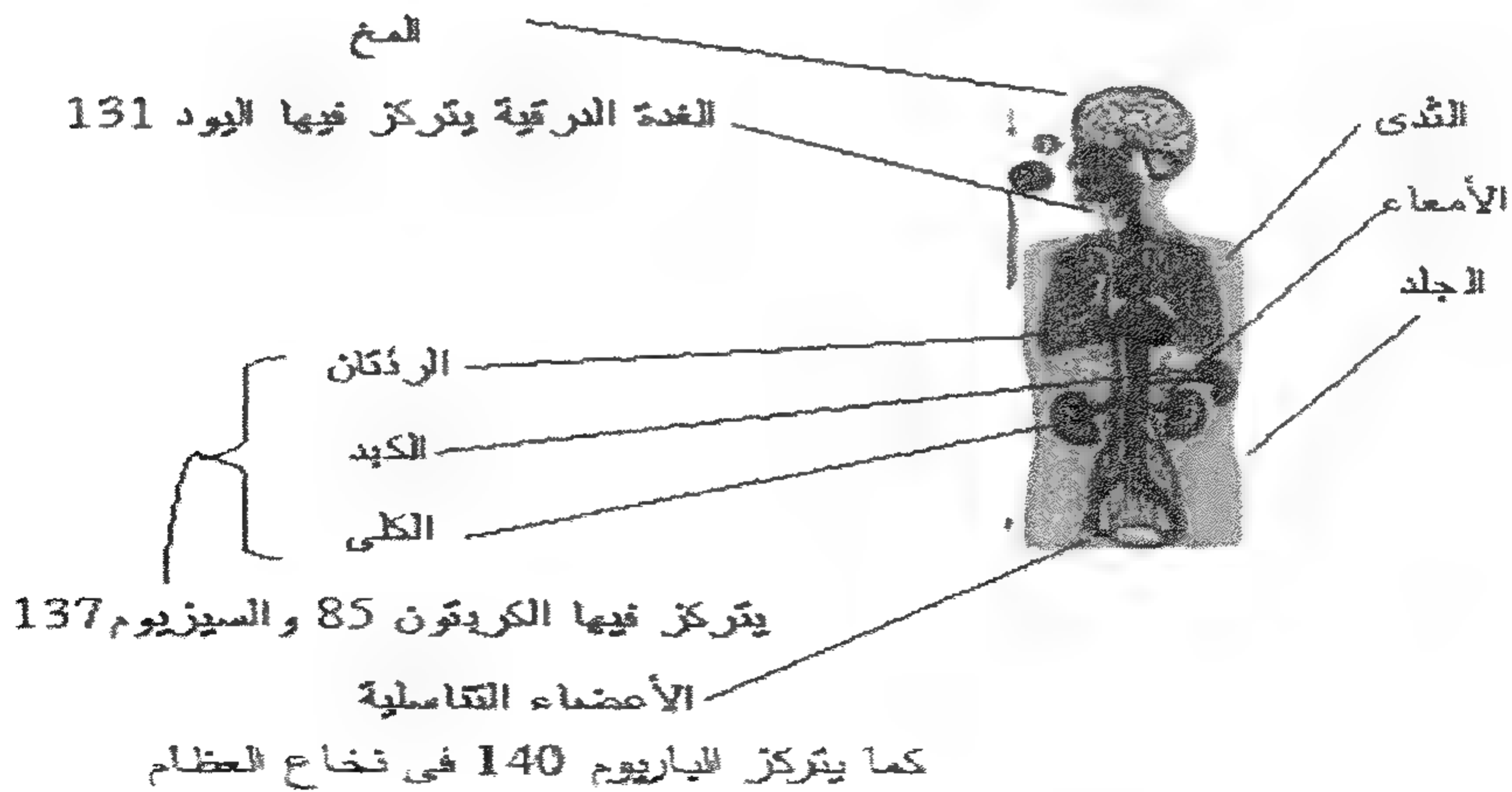
مستوى التلوث الإشعاعي داخل الجسم:

يتوقف ذلك على نوع التلوث الإشعاعي للتربة، فالتلوث بالعناصر قصيرة عمر النصف مثل اليود ١٣١ (٨ يوم) الباريوم (١٣ يوم) الإسترانشيوم ٨٩ (٥١ يوم) يكون لها تأثير على مستوى التلوث الإشعاعي داخل الجسم إذا تناول الإنسان الخضروات أو المحاصيل الغذائية بعد فترة قصيرة لحدوث التفجير أو التلوث الإشعاعي، ويقل أو ينعدم هذا التأثير بعد فترة طويلة. أما التلوث بالعناصر طويلة عمر النصف كالإسترانشيوم ٩٠ (٢٨ سنة) السيزيوم ١٣٧ (٣٠ سنة) فلها تأثير دائم لفترة طويلة.

كما يتوقف مستوى التلوث الإشعاعي بالجسم على طريقة التمثيل الغذائي للعنصر المشع:

فمثلاً اليود ١٣١ يشبه في تمثيله اليود الثابت ويتجمع بسرعة في الغدة الدرقية مسبباً أضراراً مختلفة، بينما نظائر السيزيوم تسلك مسلك البوتاسيوم بالجسم ويتوزع بدرجة كبيرة في الأنسجة الرخوة، ويعمل الإسترانشيوم المشع عمل الكالسيوم وبذا يتجمع في نسيج العظام.

ويوضح الجدول (٦٢) بعض العناصر المشعة الطبيعية في بعض أجزاء جسم الإنسان كما يوضح الشكل (٥) أعضاء الجسم الأكثر عرضة للأصابة بفعل الإشعاعات النووية.



شكل (5) أعضاء الجسم الأكثر عرضة للأصابة بفعل الإشعاعات النووية .

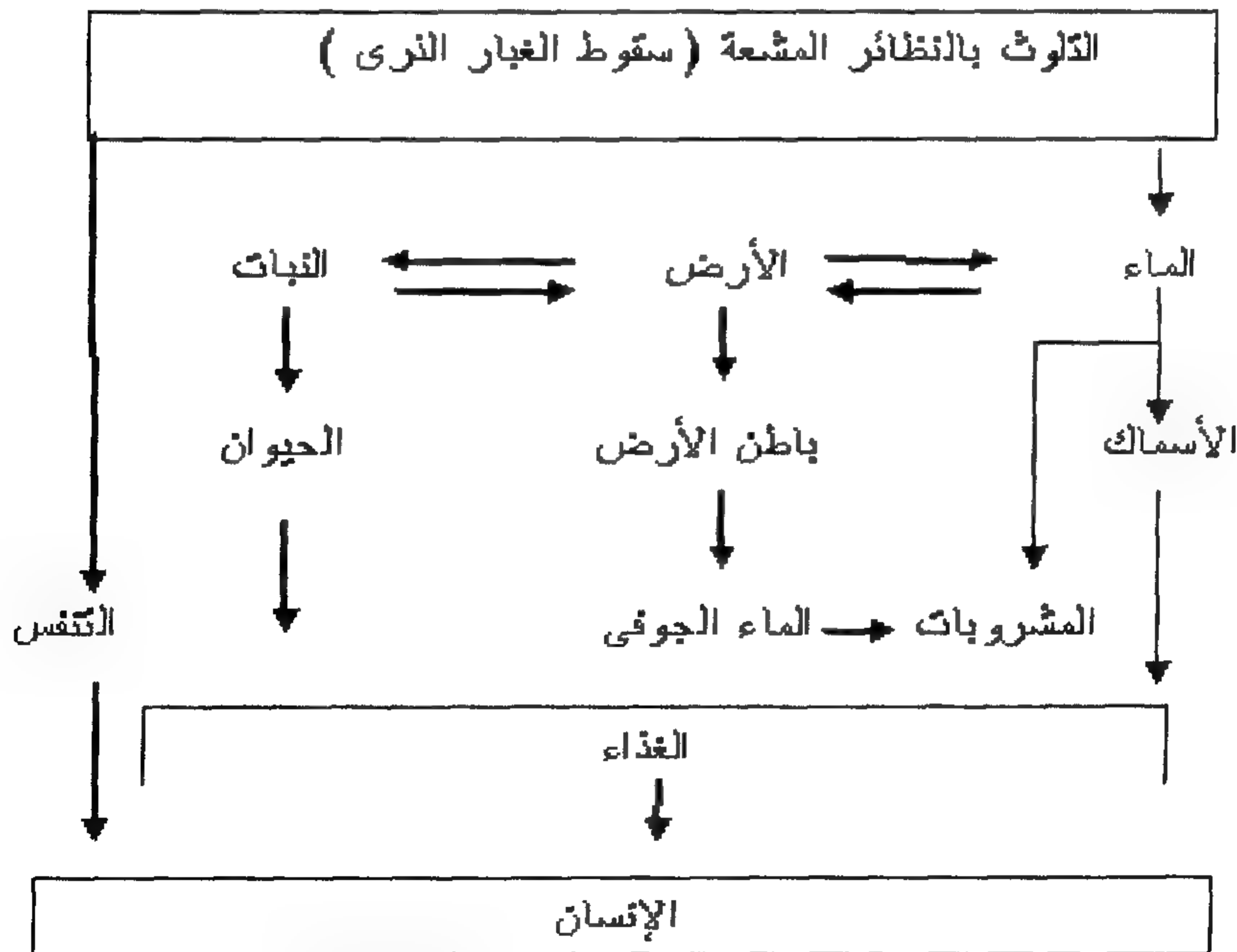
جدول (٦٢) العناصر المشعة الطبيعية فى بعض أجزاء جسم الإنسان

العنصر	معدل الإشعاع (مللى ريم)		
	الغدد التناسلية	العظام	الرئة
كربون ١٤	٠,٥	٢	٠,٦
بوتاسيوم ٤٠	١٢	١٥	٠,١٧
راديوم ٢٢٦	٠,٦	١٤	٠,٦

التأثير البيولوجى للعناصر المشعة:

يصل التلوث بهذه العناصر إلى جسم الإنسان بطريق مباشر بإستنشاق الهواء الملوث بالعناصر المشعة وعن طريق الجروح وتشققات الجلد. كما يصل إلى الجسم بطريق غير مباشر بتناول غذاء وشراب ملوثاً بالعناصر المشعة حيث تنتقل المواد المشعة الموجودة بالغذاء إلى خلايا الجسم من خلال الدورة الدموية.

ويوضح الشكل (6) دورة التلوث بالعناصر المشعة .



شكل (6) دورة تلوث بالعناصر المشعة .

وعند تعرض خلايا النسيج الحى لأشعة ذات طبيعة مؤينة مثل α ، β ، γ أو الأشعة الكونية، فإن هذه الأشعة تعمل على إنتاج دقائق غير مستقرة ذات شحنة غير مستقرة عالية الفاعلية وتعمل هذه الدقائق على أضرار بالخلية تتمثل فى مجموعة من التغيرات فى خلايا النسيج. وتحدث هذه الأضرار إما:

أ- بطريقة مباشرة: حيث تؤثر هذه الدقائق (طاقة الإشعاع المؤين) على الجزيئات العضوية بالخلية كأن تضر بـ:

١- الأجسام السبحية التى يتم داخلها كثير من التفاعلات المتعلقة بأكسدة المواد الغذائية وإنتاج الطاقة مما يؤدى إلى إختلال عمليات الأكسدة وعدم توافر الطاقة اللازمة للخلية فتموت.

٢- نواة الخلية حيث توجد الكروموسومات التى تحمل الجينات (العوامل الوراثية) مما يؤدى إلى:

- تحطم DNA ويتبع ذلك عدم قدرة الخلية على الإنقسام وبالتالي موتها وموت النسيج المتعرض للأشعاع.

- إنقسام الخلية إنقساماً غير عادى، وتكوين خلايا ذات مادة وراثية DNA مختلفة (خلايا طافرة)، وهذه الخلايا الطافرة قد تكون غير خاضعة لسيطرة الجسم وتنقسم بطريقة غير منتظمة فتحطم الخلايا المحيطة بها، وتسمى الخلايا التى تسلك هذا المسلك بالخلايا السرطانية أو الخبيثة.

- حدوث خلل فى الشفرات الوراثية التى يحملها DNA مما يؤدى لحدوث تغير فى الصفات الوراثية تؤدى لظهور تشوهات وأمراض فى نسل الفرد المعرض للإشعاع.

ب- بطريقة غير مباشرة: حيث تؤثر طاقة الإشعاع المؤين على جزيئات الماء بالخلايا فتكون أيونات موجبة H^+ وسالبة OH^- . كما تكون شقوقاً حرة $H\cdot$ ، $OH\cdot$ ويمكن أن تتحد هذه الشقوق الحرة لتكوين:



ويمكن للخلايا الحية أن تتحمل H_2 عندما تكون كميته قليلة.

- أو يتكون فوق أكسيد الأيدروجين الذى يعتبر ساماً للخلية.



ويتوقف مدى التأثير البيولوجى للعناصر المشعة على:

أ- نوعية العنصر المشع:

ومن أهم العناصر الملوثة للغذاء والتي لها تأثير بيولوجى والتي يمكن أن تخزن فى مناطق معينة بالجسم وتسبب أضراراً بالغة مايلى:

■ الكريبتون ٨٥: عمره النصفى ١١ سنة، ويزيد من احتمال الإصابة بالسرطان مثل اللوكيميا (إبيضاض الدم) خلال سنتين من التعرض.

■ الإسترانشيوم ٩٠: يرتبط بالكالسيوم ويتجمع فى العظام ويسبب سرطان العظام. ويعتبر من أخطر العناصر المشعة حيث يتبع فى مساره مسار الكالسيوم سواء كان ذلك فى التربة أو فى النبات أو الإنسان، وبجانب ترسيب معظمه فى العظام فإن كمية قليلة منه تتجه إلى العضلات وأكثر من ١٠٪ يفرز فى اللبن والباقي يتجه إلى الأجنة والعظام أى أن الماشية مرشح حيوى بين الإنسان والتربة. وقد لوحظ فى اللبن وجود علاقة ما بين كمية الإسترانشيوم ونسبة الكالسيوم، بمعنى أنه كلما زادت كمية الكالسيوم فى اللبن تقل نسبة الإسترانشيوم كنسبة مئوية. ويوجد معظم الإسترانشيوم فى صورة مرتبطة مع معقد فوسفات كازينات الكالسيوم، ويؤثر على الأطفال بدرجة أكبر من المسنين من حيث ترسيبه فى العظام ويبقى فى جسم الإنسان ٤/١ إسترانشيوم الغذاء ويتوقف ذلك على مدى تمثيل الكالسيوم بالغذاء فزيادة الكالسيوم تقلل من إمتصاص الأسترانشيوم أما زيادة اللاكتوز فهو يحث على إمتصاص الإسترانشيوم.

■ اليود ١٣١: يتركز فى الغدة الدرقية، ويسبب السرطان (فى التركيز العالى) ومعظم الإشعاعات الصادرة من اليود تختفى من الجسم بعد شهرين من التعرض. ويعتبر اللبن هو الطريق الهام للتلوث باليود. وفترة عمر النصف له ٨ أيام، ويعتبر الأكثر أهمية فى الأيام الأولى عقب الحوادث النووية، وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على اليود المشع ١٣١ أنه يظهر فى اللبن

بعد ٢ - ٣ أيام، ويسبب اليود المشع نقص إدرار اللبن إلى أن يصل إلى النصف في أقل من يوم ويستمر في ذلك لمدة الثلاث أيام الأولى، وبعد ذلك يقل بمعدل منخفض، ويمكن إستهلاك اللبن بإطمئنان بعد ٢٠ - ٣٠ يوماً. وتفيد بعض الدراسات أن كلوريد الصوديوم يقلل من معدل إفراز اليود ١٣١ في اللبن، ويساعد على زيادة معدل خروج اليود مع البول وبالتالي يقل تركيزه في جسم الحيوان. وهو يدخل في العشب الأخضر الذي تتغذى عليه الحيوانات الحلوب، فبعد حادث تشيرنوبل (أبريل ١٩٨٦ بروسيا) وجد أن لبن الأبقار تحتوى ٥٠ بيكريل / لتر، وإرتفع في بعض الحالات التي تكثر فيها الأمطار إلى ٥٠٠ بيكريل / لتر، كما إرتفعت نسبة التلوث في لبن الأغنام والماعز إلى ١٠٠٠ بيكريل / لتر حيث أن هذه الحيوانات كانت تتغذى على حشائش أكثر تلوثاً من المناطق التي كانت ترعى فيها الأبقار، وقد يعزى ذلك أيضاً إلى إختلاف التمثيل في هذه الحيوانات، فقد لوحظ أن لبن الغنم يحتوى أعلى مستوى من التلوث من اليود ١٣١ يليه الماعز فالبقر فلبن الجاموس، فيحتوى لبن الماعز ٢١٪ من لبن الغنم، ويحتوى لبن البقر ١١٪ من لبن الغنم، ويحتوى لبن الجاموس ٣٪ من لبن الغنم. ويلاحظ نفس الإتجاه بالنسبة للسيوم المشع وإن كان أقل وضوحاً، وبالمثل في الإسترانشيوم ٩٠ فمثلاً ٠,١٪ من الكمية المعطاه للبقر يومياً تفرز في كل لتر لبن، أما الذي ينتقل إلى لبن الماعز قد يكون عشرة أضعاف ما ينتقل إلى لبن البقر. وتفيد التجارب *In vitro* إرتباط ٥٠٪ من اليود ١٣١ مع بروتين اللبن (بالتحضير مع اللبن الطازج لمدة ساعتين على درجة ٣٧ م° وبزيادة مدة التحضير ١٢ - ٢٤ ساعة فإن ٨٠ - ٩٠٪ من اليود يرتبط مع البروتين) ويقل هذا الإرتباط في تجارب *In vivo* ويؤثر على هذا الإرتباط عدة عوامل منها الحرارة المنخفضة (٨ م°) وعلى اللبن قبل التحضير.

- البوتاسيوم ٤٠: ينتشر النشاط الإشعاعي الطبيعي لنظير البوتاسيوم في جميع المواد الغذائية، وتتراوح مستوياته من ١٠ - مئات البيكريل / كجم في اللحوم والألبان المجففة والمكسرات وفترة نصف العمر ١,٢٨ × ١٠^٩ سنة.

- الباريوم ١٤٠: عمره النصفى ١٣ يوم ويتركز فى العظام ويحدث أوراماً.
- السيزيوم ١٣٧: يسلك مسلك البوتاسيوم، ويوجد موزعاً بين الأنسجة الطرية خاصة العضلات والكبد والطحال ويفرز بسرعة باللبن، وقد وجد ان ٦٠٪ من السيزيوم ١٣٧ يصل إلى الإنسان عن طريق اللبن ويعتبر النشاط الأشعاع الناتج عن السيزيوم ١٣٧ أخطر من اليود ١٣١ لأن فترة نصف العمر له كبيرة (٣٠ سنة) كما أنه يعلق بسطح التربة، وقد ثبت وجوده فى جسم الإنسان وفى عديد من المواد الغذائية منذ بداية إختبارات الأسلحة النووية، وقد ثبت وجوده فى الألبان ومنتجاتها لفترة طويلة بعد حادث حريق وندسكيل ببريطانيا (أكتوبر ١٩٥٧ Windscale) حيث تسربت كمية كبيرة من المواد المشعة من هذا المفاعل أدت إلى تلوث الماء والهواء والتربة والنباتات والألبان فى مساحات كبيرة. ويعتبر عنصرى الإسترانشيوم ٩٠ والسيزيوم ١٣٧ من العناصر التى تستخدم على نطاق واسع فى مجال أبحاث الطاقة النووية. ويبين الجدول التالى المستوى المؤقت الدولى لعنصرى اليود ١٣١ والسيزيوم ١٣٧ المشعين فى الأغذية حسب التوصيات الصادرة ١٩٨٩ من هيئة الخبراء الدوليين المختصين فى الملوثات الإشعاعية فى منظمة الأغذية والزراعة FAO ومنظمة الصحة العالمية WHO التابعتين لمنظومة الأمم المتحدة والمسموح بها فى تغذية الإنسان. وهذه التوصيات تراجع دورياً.

جدول (٦٣) المستوى المؤقت الدولى لعنصرى اليود ١٣١ والسيزيوم ١٣٧ حسب توصيات ١٩٨٩

العنصر المشع	الغذاء	المستوى المسموح به بيكريل / كجم أو لتر
اليود ١٣١	لبن	١٠
	منتجات ألبان	٤٠
	أغذية أخرى	٧٠
السيزيوم ١٣٧	لبن	٥٠
	منتجات ألبان	١٠٠
	أغذية أخرى	٣٠٠

العوامل المؤثرة على التأثير البيولوجي للعناصر المشعة :

يتوقف معدل التأثير على عدة عوامل كمصدر الإشعاع ونوع الإشعاع والجزء المعرض للإشعاع وكمية ومعدل الجرعة الإشعاعية.

أ- نوع الإشعاع: تختلف أنواع الإشعاعات في شحنتها وسرعتها وقوة إختراقها وقدرتها على التأين كما في الجدول (٦٤) خواص الإشعاعات

جدول (٦٤) خواص الإشعاعات

الخاصية	الإشعاعات الجسمية		الإشعاعات الموجبة	
	ألفا α	بيتا β	جاما	الأشعة السينية X
الشحنة	موجبة	سالبة	متعادلة	وهي طاقة إشعاعية تنبعث عند إنتقال الإلكترون من مستوى طاقة أعلى (خارجي) إلى مستوى طاقة أقل حيث يفقد الإلكترون جزء من طاقته وتعرف بأشعة X
السرعة	بسيطة ٢٠٠ م / ث	كبيرة ١٠ × ١٦٠ ميل / ث	أكبر ١٠ × ١٨٦ ميل / ث	
التأين	كبيرة	صغيرة (متوسطة)	أصغر (ضعيفة)	
النفاذية	صغيرة توقفها قطعة من الورق	كبيرة يوقفها لوح من الخشب	أكبر توقفها طبقة من الأسمنت المسلح	تحتاج ألواح سميكة من الرصاص للتخفيف من تأثيرها

ب- العضو المعرض للإشعاع: تقسم أعضاء الجسم إلى ثلاثة أقسام تبعاً لحساسيتها للإشعاع

١- شديدة الحساسية: نخاع العظام - عدسة العين - الأعضاء التناسلية - الغدد الصماء - الطبقة الداخلية من جدر الأوعية الدموية.

٢- متوسطة الحساسية: الجلد - الأمعاء - الأنسجة الضامة.

٣- قليلة الحساسية: العضلات - العظام - الأعصاب.

ويلاحظ أنه كلما كانت المساحة المعرضة كبيرة كان الضرر كبيراً والعكس.

ج- كمية ومعدل الجرعة: يزيد الضرر بزيادة الجرعة التي يتعرض لها الجسم وقد تؤدي التعرض لجرعة كبيرة دفعة واحدة إلى الوفاة. ويلاحظ أنه إذا قسمت الجرعة الضارة على فترة زمنية طويلة قل ضررها على الجسم والسبب في ذلك أن طول المدة بين التعرض والتعرض التالي يعطى أنسجة الجسم القدرة على أن تستعيد حيويتها وتعويض التالف طالما أن الجرعة التي أمتصت لم تتلفها تماماً. ويتناسب الضرر عكسياً مع المسافة بين الجسم ومصدر الإشعاع وعموماً فالجرعات القليلة كتناول أغذية ملوثة (ألبان - لحوم) لا يؤدي إلى الضرر السريع (لها تأثيرات آجلة) ولكن على المدى الطويل ينتج عنها: أمراض سرطانية - تشوهات جنينية - إسراع الشيخوخة - اللوكيميا - تأثيرات سيكولوجية ووراثية. أما التعرض للأشعة بجرعات مكثفة فإن هذا يؤدي لأضرار بالغة في فترة قصيرة، ويرجع ذلك لقدرتها على إختراق المواد التي لا يمكن للضوء العادي إختراقها. وتسبب هذه الجرعات طفرات وراثية في الخلايا وتلف لخلايا الدم وأنسجة العظام والموت خلال أسابيع قليلة (تأثيرات عاجلة early) كما في حالة قنبلتي هيروشيما ونجازاكي ويحدث عادة ما يعرف بالتسمم الإشعاعي للأشخاص في مكان الكارثة، ويكون هذا التسمم في صورة تسليخات جلدية - قى وغثيان - نزيف داخلي من الفتحات الطبيعية بالجسم مما يؤدي إلى موت بعد فترة قصيرة. ويوضح الجدول (٦٥) بعض التأثيرات الناتجة عن التعرض الحاد للإشعاع.

جدول (٦٥) التأثيرات الناتجة عن التعرض الحاد للإشعاع

الجرعة (ريم)	التأثير
٢٥	تغيرات في عدد كرات الدم البيضاء
١٠٠	غثيان في ٥٠٪ من حالات التعرض الإشعاعي، وتأثير واضح على الدم وتعب وإنهاك جسماني ملحوظ
٢٠٠	غثيان في كل حالات التعرض الإشعاعي مصحوباً بتعب شديد والموت محتمل الحدوث، كما تنخفض مقاومة الجسم للأمراض وازدياد الإستعداد للإصابة بالأمراض المعدية
٤٠٠	الموت في حوالي ٥٠٪ من حالات التعرض للإشعاع
٦٠٠	الموت لنسبة كبيرة تصل إلى ١٠٠٪ لجميع حالات التعرض لهذه الجرعة من الإشعاع

وقد يكون للتعرض للإشعاع مخاطر خارجية، أى سطحية حيث يكون تأثيره على الأنسجة السطحية مسبباً تغيرات وأضرار للخلية الحية خاصة إذا إتصلت هذه الإشعاعات بالجلد محدثة الحروق. ومن أمثلة الإشعاعات التى تسبب المخاطر الخارجية: الزوكرنيوم ٩٥ (عمر النصف ٩ أسابيع) والنيوبيوم (عمر النصف ٥ أسابيع) والسيزيوم ١٣١ (عمر النصف ٣٠ سنة) وجميعها تتبعث منها أشعة جاما. أما أخطر العناصر التى تسبب الأضرار الداخلية للإنسان فهى السيزيوم ٩٠ (عمر النصف ٢٨ سنة) والكربون ١٤ (عمر النصف ٥٧٦٠ سنة) واليود ١٣١ (عمر النصف ٨ أيام).

الإحتياطات الواجب مراعاتها لتقليل الأضرار الناتجة عن العناصر المشعة (الإشعاعات النووية)

١- فحص الأغذية دورياً خاصة إذا كانت مستوردة من دول يحتمل أن تكون بها تلوث بالإشعاعات الذرية، أو أن تصاحب هذه المنتجات بالشهادات الصحية الدالة على خلوها من تلك الإشعاعات.

٢- التعامل بحرص شديد جداً مع النظائر المشعة مع الأخذ فى الإعتبار قواعد الأمان النووى خاصة للعناصر ذات فترة عمر النصف الطويلة. مع وضع مواصفات محددة لنسب الإشعاع الممكن تواجدها فى الغذاء.

٣- منع السفن المحملة بالنفايات النووية من المرور فى مياه الدول الإقليمية.

٤- منع دفن النفايات فى البحار أو فى أراضي الدول الأخرى.

٥- توفير الدراسات والأجهزة اللازمة للوقوف على مدى تلوث الأغذية بهذه الإشعاعات وعمل محطات فى مختلف أنحاء الجمهورية لرصد كمية الإشعاع فى البيئة (تربة - ماء - نبات - حيوان).

٦- إضافة الجير فى التسميد إذ يؤدى إرتفاع نسبة الكالسيوم فى التربة إلى قلة إمتصاص جذور النبات للمواد المشعة لوجود تنافس بينه وبين النظائر المشعة، مع زراعة نباتات عميقة الجذور، وحرث الأرض بعمق ٣٠ سم على الأقل.

٧- إضافة عناصر غير مشعة مثل الكالسيوم للخبز ليتنافس مع الإسترانشيوم المشع فى حالة إستهلاك خبز مصنع من دقيق ملوث بالإسترانشيوم المشع. ويجب تخزين الحبوب الملوثة باليود ١٣١ لمدة ٦٠ يوم قبل أن يتغذى عليها الحيوان.

٨- حماية الحيوانات من الرعى فى مراعى ملوثة بالمواد المشعة، وكذا حفظ الحيوانات داخل حظائر مغلقة جيدة وإعطائها كمية من كربونات الكالسيوم مع العليقة. مع الرقابة على المفاعلات الذرية الجارى إنشاؤها فى مصر. وإحكام وسائل الأمان بها.

٩- ونظراً لأن معظم العناصر المشعة تتركز أساساً فى الوسط المائى، لذا لتقليل التلوث الإشعاعى فى المنتجات اللبنية خاصة فى أوقات شدة التلوث فإنه يفضل الفصل الطبيعى Physical separation حيث تفصل الأجزاء الغنية بالدهن مثل الزبد - القشدة - الجبن الغنية بالدهن. فهذه المنتجات تحتوى مستوى أقل من العناصر المشعة.

١٠- وقد عملت عدة محاولات لإزالة الإسترانشيوم ٩٠ واليود ١٣١ من اللبن الملوث بهما بإعتبار أن اللبن من الأغذية التى تحمل الإسترانشيوم بتركيز عالٍ عن بقية الأغذية ومن هذه المحاولات:

أ- إستخدام فوسفات ثلاثى الكالسيوم للتخلص من الإسترانشيوم $Sr\ 85$, $Sr\ 90$ وتتلخص فى:

يضاف ٨ جم من $Ca_3 (PO_4)_2$ / لتر أثناء تسخين اللبن إلى ٦٠ م° / ١ / ٢ ساعة ثم الطرد المركزى للتخلص من أكبر كمية من الإسترانشيوم (٩٥٪) من المواد المترسبة ويتوقف ذلك على درجة الحرارة فعند درجة حرارة منخفضة ٥ م° / ٢٤ ساعة تؤدي للتخلص من ٦٠٪ فقط.

ومن عيوب هذه الطريقة: أنها تسبب فقد فى مكونات اللبن ٢٣ - ٣٨٪ نيتروجين، ٤٥٪ كالسيوم كما تسبب تغير فى الطعم والرائحة. وهذه الطريقة تؤدي للتخلص من الإسترانشيوم فقط.

ب- إستخدام المبادلات الأيونية (الراتنجات): وهى من الطرق التى قد تكون أكثر نجاحاً وقبولاً وفيها تستخدم مبادلات كاتيونية لإزالة الإسترانشيوم أو أنيونية لإزالة اليود.

i - إستخدام المبادلات الكاتيونية لإزالة الإسترانشيوم (٩٠):

فيها يشحن المبادل (العمود) بمحلول من كلوريد الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والماغنسيوم، ويمرر اللبن على العمود بعد خفض الـ pH إلى ٥,٤ على درجة ١٠ - ١٨ م° وتعادل حموضة اللبن الناتج بإستخدام KOH

ويجنس ويبستر تحت تفريغ لإزالة الماء الزائد ثم ينظف العمود ويعقم. وتتوقف كمية الإسترانسيوم المزالة بهذه الطريقة على درجة الـ pH ففي pH العادية يزال ٤٠٪ من الإسترانسيوم ٩٠، وفي pH ٥,٤ يزال ٩٠٪.

ii - إستخدام المبادلات الأنيونية لإزالة اليود (١٣١):

وفيها يشحن العمود بمحلول منظم من الفوسفات والسترات ثم ضبط الـ pH ٦,٧ بإستخدام HCl وتتبع بقية الخطوات السابقة.

وقد تسبب المعاملات السابقة تغيرات كيميائية في اللبن مثل زيادة المواد الصلبة والرماد وأيونات السترات وإنخفاض التوتر السطحي للخرقة وقد يرجع ذلك لزيادة السترات كما تسبب زيادة في الحموضة والوزن النوعي ونقص في نقطة التجمد. أما من الناحية الميكروبية فلا توجد زيادة ملحوظة في الأعداد الميكروبية إذا ما أجريت تحت ظروف تعقيم جيدة فيما عدا زيادة محسوسة في البكتريا المحبة للبرودة.

أنواع الأشعة التي يتعرض لها الإنسان خلال حياته:

أ- إشعاع إصطناعي: ومصدره المهن الطبية التشخيصية والعلاجية كالتصوير الإشعاعي (١٥٠ ميللى رايم / سنوياً). والطاقة النووية ٥٤٦ ميللى رم / سنوياً.

ب- إشعاع طبيعى: تحدد جرعة الإشعاع الطبيعى التى يتعرض لها الإنسان ما بين ١٣٠ - ٥٠٠ ميللى رم millirem (ميللى رم هو جزء من ألف من rem التى تعتبر وحدة لقياس جرعة الإشعاع) ومن المصادر الطبيعية للإشعاع الطبيعى:

١- الإشعاع الكونى: متوسط الإشعاع الكونى الذى يتعرض له البشر ٣٠ - ٥٠ ميللى رم وتزيد بارتفاعنا عن سطح الأرض.

٢- الإشعاع الأرضى: مصدره مكونات التربة. كجم من التربة يشع ٣٥ - ٧٠ ميللى رم ويتوقف ذلك على الطبيعة البيولوجية للمنطقة.

٣- الإشعاع فى الطعام: تتضمن الأطعمة والأشربة نسبة من الإشعاع الطبيعى، تدخل جسم الإنسان بعد تناولها تبلغ فى المتوسط ٣٠ ميللى رم. ففي كل لتر لبن تبلغ نسبة البوتاسيوم ٤٠ ما بين ٢٥ - ٩٠ بيكوريل Becquerel.

٤- الإشعاع خلال التنفس: يحتوى الهواء نسبة من مواد مشعة طبيعية فعند التنفس يحتوى جسم الإنسان نسبة من هذه المواد ومنها: الكربون ١٤ يحتوى الإنسان بسبب التنفس ٣٠٠ Bq، البوتاسيوم ٤٠٠٠ Bq ومتوسط الإشعاع من خلال التنفس ١٠٠ مللى رم

Becquerel (Bq): وحدة تعبر عن فاعلية الإشعاع وتعرف بأن واحد Bq = واحد إنشطار فى كل ثانية.

الوحدة القديمة واحد كورى C = Curie = ٣٧ مليار Bq أى ٣,٧ × ١٠^{١٠} Bq

وتقدر جرعة الإشعاع التى يتلقاها الإنسان من الأشعة الكونية والأرضية بحوالى (٢٠٠ مللى ريم سنوياً) كما يصدر التليفزيون الملون إشعاعاً يقدر بحوالى (١ مللى ريم) للشخص فى السنة. ويستخدم جهاز جيغر لقياس النشاط الإشعاعى ويقاس نشاط أى نواه مشعة بالتحلل فى الثانية بالبكريل 1 S⁻¹ Becquerels وتقاس الجرعة التى يتعرض لها الشخص بما يعرف بالـ Sieverts.

الفصل السادس عشر

التلوث بالعقاقير الطبية

أولاً : تلوث اللبن بالمضادات الحيوية:

المضادات الحيوية :

تعريفها: عبارة عن مركبات كيميائية تفرزها بعض الكائنات الحية للدفاع عن نفسها ضد كائنات أخرى، وقد توجد هذه المضادات طبيعياً باللبن، أو يستخدمها مربى الماشية في أغراض منها مقاومة بعض الأمراض مثل مرض التهاب الضرع، وبعضها يستخدم كمادة مضافة للعليقة لتسمين الحيوان. ويستخدمها صناع المنتجات اللبنية كمادة حافظة.

١- المضادات الحيوية الموجودة طبيعياً باللبن

وهذه المضادات تفرز بواسطة بعض أنواع من البكتيريا والتي توجد طبيعياً سواء في اللبن الكامل الطازج أو اللبن الفرز الطازج ومنها:

النيسين Nisin:

تفرزه بعض سلالات *Str. Lactis* والتي تنتمي إلى مجموعة N من مجاميع Lansifield. وهذا المضاد يثبط نمو *Str. Cremoris* وبعض أنواع من بكتيريا حمض اللاكتيك العصوية، وبالتالي يؤدي إلى مشاكل عند صناعة كل من الجبن والألبان المتخمرة لذا فيجب استعمال بادئ مكون من سلالات غير منتجة لهذا المضاد وخاصة

أن هذا المضاد لايثبط بالبسترة. ولقد لوحظ أن النيسين Nisin يشبه المضاد الحيوى Subtilis فى كثير من النواحي ولكن يختلفان فى محتواهما من الأحماض الأمينية.

Diplococcin: يفرز بواسطة *Str. Cremoris* ويثبط بعض أنواع من سلالات *Str. Lactis* وهو مقاوم للحرارة.

Lactenines: توجد طبيعياً فى اللبن الفرز الخام ولقد وجد أنها تتكون من نوعين Lactenine (L1)، Lactenine 2 (L2). ويوجد (L1) بتركيز مرتفع فى السرسوب، وبتركيز أقل فى اللبن فى منتصف فصل الحليب ويتلف بالحرارة عند ٧٠ م°/٢٠ق، أما (L2) فيوجد فى اللبن فى منتصف فصل الحليب، وقد لا يوجد أو يوجد بتركيز منخفض فى السرسوب، ويتلف بالحرارة على ٧٤ م°/٢٠ق، ولا بد من وجود النوعين معاً ليحدث التثبيط لبعض الأنواع من بكتريا حمض اللاكتيك. لذا فيجب عند استعمال اللبن كبيئة لنمو بكتريا البادئ تسخينه لدرجة أعلا من ٨٠ م° لإتلاف اللاكتينين Lactenines.

الطرق المتبعة للحد من هذه المثبطات الطبيعية:

- استخدام لبن مسخن إلى درجة أعلا من ٨٠ م° عند إعداد البادئ.
- استخدام سلالات غير منتجة لهذه المضادات السابقة ... أو استخدام سلالات من البادئ مقاومة للمضادات Nisin و Diplococcin.

٢- بقايا المضادات الحيوية فى اللبن والتي تنتقل إليه عن طريق الدورة الدموية

عند علاج الماشية من مرض إلتهاب الضرع أو الأمراض الأخرى التى تصيبها. تستخدم المضادات الحيوية فى علاج بعض الأمراض التى تصيب الماشية. فقد استخدم البنسلين سنة ١٩٤٤ بنجاح فى علاج بعض هذه الأمراض ثم استخدم بعد ذلك الإيروميسين Aureomycin والإستربتوميسين Streptomycin والنيوميسين Neomycin ... ألخ. وتعطى هذه المضادات عن طريق الفم أو الحقن كما هو الحال فى الأمراض المتعلقة بالتنفس وإلتهاب الرحم، أو بإدخالها عن طريق حلمات الضرع كما هو الحال فى الإصابة بمرض إلتهاب الضرع.

والتهاب الضرع من الأمراض التي تسبب خسارة إقتصادية كبيرة ويتميز بزيادة الخلايا الجسمية Somatic cells في اللبن، وبالتغيرات الباثولوجية في نسيج الضرع. ويتم العلاج بالحقن في قناة الحلمة Intracisternal للربع المصاب، وفي الحالات الشديدة قد تحقن كل الحلمات. ويجب التفرقة بين علاج البقر الحلوب والجافة فالأخيرة تعالج بمستحضرات تتطلق ببطء Slow ñ release preparations لتظل نشطة لعدة أسابيع أثناء فترة الجفاف. ولما كانت هذه المضادات تنتقل إلى اللبن في حالة علاج الحيوانات الحلوب فيجب الإلتزام بفترة الإنسحاب الخاصة بالمضاد Withdrawal period يقل فيها تركيز المضاد في الأنسجة وتنتهي من الحيوان. فلكل تحضير من التحضيرات المضادة للميكروبات فترة إنسحاب يجب الإلتزام بها، لتلافى البقايا غير القانونية من المضاد في اللبن.

أمثلة لبعض المضادات الحيوية المستخدمة في علاج الحيوانات:

ومن أمثلة المضادات الحيوية المستخدمة في علاج الحيوانات خاصة مرض التهاب الضرع.

Penicillin, Streptomycin, Chloromphenicol, Chlortetracycline, Oxytetracycline, Polymexin, Neomycin, Bacteriocin, Erythromycin, Macrolides, Aminoglycosides, Quinolones, Cephalosporins

ويطلق على Penicillins و Cephalosporins مجموعة B - Lactams وهي أكثر المضادات الحيوية استخداماً للحيوانات الحلابة. ولزيادة كفاءة المضاد قد يستخدم تحضيرات تحتوى مركبين (مضادين) أو أكثر من عائلات مختلفة.

وعموماً يعتبر البنسلين والإستربتوميسين من المضادات الحيوية واسعة الإنتشار. ويستعمل البنسلين بمعدل ١٠,٠٠٠ - ٣٠٠,٠٠٠ وحدة بمتوسط (٥٠,٠٠٠ وحدة) والإستربتوميسين بمعدل ٥ - ٢٠ مجم.

ملحوظة: الوحدة الدولية من البنسلين 6×10^{-6} مجم (٠,٦ µg) من بنسلين الصوديوم البنزيني النقي Pure benzyle penicillium sodium أى أن واحد مجم له قوة ١٦٦٧ وحدة والوحدة الدولية هي أصغر كمية من المضاد يعوق أو يوقف نمو سلالة قياسية من ميكروب الإختبار وهو عادة بكتريا *Bacillus*

Staphylococcus aureus أو ميكروب *stearothermophilus var calidolactis* ومن دراسات (Mohamed, 1981) على عينات لبن جمعت من باعة جائلين ومحلات ألبان، ولبن جاموسى وبقرى خاص بمزارع حكومية كانت نسبة العينات الملوثة بالمضادات الحيوية تمثل ١٣,٣٪، ٣٦,٧٪، ٥,٩٪، ٣٠,٤٪ من العينات المجمعة على التوالى. وقد تخطت ألبان محتوية على مضاد حيوى بألبان حيوانات سليمة (خالية من المضادات الحيوية) ولذا كمية المضاد الموجودة بهذه الألبان سوف تتوقف على عدد الأبقار المعالجة والسليمة المكونة للبن الكلى والكمية الناتجة من كل منها وكمية المضاد المستخدم.

ويتم حقن المضادات الحيوية فى صورة محلول فى قناة حلمة الضرع المصاب أو فى النسيج الداخلى للضرع. وتفرز أغلب هذه المضادات فى لبن أول حلبه بعد الحقن، ثم تفرز بكميات متناقصة فى الحلبات التالية.

ومن العوامل التى تؤثر على كمية المضاد الحيوى التى تفرز فى اللبن مايلى:

- ١- نوع المضاد الحيوى وكميته.
- ٢- التركيب التشريحي لضرع الحيوان.
- ٣- تركيز الجرعة.
- ٤- الصورة التى توجد عليها المادة الفعالة للمضاد (محلول - مرهم).
- ٥- الحالة الفردية للحيوان وحالة الضرع.
- ٦- إنتاجية الحيوان.
- ٧- مدى إتمام عملية الحلابه.
- ٨- تكرار عملية الحلابه.

- وتختلف الحيوانات فى قدرتها على إفراز المضاد الحيوى المعطى لها فى اللبن بسبب وجود اختلافات فسيولوجية بين الحيوانات، كما تختلف الأرباع المختلفة من نفس الضرع فى قدرتها على إفراز البنسلين فى اللبن. ومن المعروف أن الضرع

السليم يفرز البنسلين أكثر من الضرع غير السليم. وتختلف تركيز جرعة البنسلين المستخدمة في العلاج من ٢٥ - ١٠٠ ألف وحدة دولية / لكل ربع وأحياناً قد تصل إلى مليون وحدة، أما الإيروميسين أو الإستربتوميسين فإنهما يستخدمان بتركيز (٢٠٠ - ٤٠٠) ألف وحدة / لكل ربع.

- وتختلف المدة التي يكون بعدها اللبن خالي من المضادات الحيوية تبعاً للتركيز حيث وجد أن إعطاء ٢٥ ألف وحدة دولية / لكل ربع يعطى تركيز مرتفع من المضاد الحيوى فى أول حلبه بعد المعاملة (بمتوسط ٥ وحدات دولية / مل)، ثم يقل التركيز فى الحلبه الثانية (٠,٢ وحدة دولية / مل) أما فى الحلبه الثالثه فلا يحتوى اللبن على البنسلين.

لذا فاللبن المحتوى على بقايا المضادات الحيوية يجب أن يسوق بعد ٣٢ - ٩٦ ساعة على الأقل من ميعاد آخر جرعة مضاد حيوى.

- يجب أن يعطى المضاد الحيوى للحيوانات فى فترة الجفاف Dry period وذلك للتغلب على مشكلة بقايا المضادات الحيوية فى اللبن، وأيضاً لمنع حدوث إصابة جديدة فى فترة الجفاف. ولوجود المضادات الحيوية فى اللبن تأثير كبير على الميكروبات المرغوبة والمستعملة فى صناعة الجبن (أو الصناعات اللبنية الأخرى)، فبجانب تأثيرها على نشاط البكتريا المكونة لحمض اللاكتيك والهامة فى المراحل الأولى من الصناعة، فإنها تؤثر على الميكروبات التى تلعب دوراً هاماً فى التسوية.

ولقد وجد أن الجبن التشنج المصنوع من لبن به بقايا مضادات حيوية كان رديء الصفات، ونشطت به بكتريا الكلوروفورم، وكونت غازات بالجبن صاحبها طعم رديء. كما أن الجبن الكاممبرت المصنوع من لبن به كميات من المضادات الحيوية كان رديئاً فى صفاته ونكهته وكان نمو الفطر على سطحه قليلاً مع حدوث لون أحمر وحدوث إنتفاخ غازى به.

تأثير المضادات الحيوية على بكتريا حمض اللاكتيك:

أ- البنسلين

- يعتبر البنسلين من اكثر المضادات الحيوية إستعمالاً وفاعلية فى علاج إلتهاب الضرع.

- كفاءة البنسلين فى العلاج تعادل ٣ مرات كفاءة كلاً من الإيروميسين Aureomycin والـ Subtilin، وتعادل ٧ مرات كفاءة الإستربتوميسين Streptomycin، و٣٣ مرة بالنسبة لكفاءة كلاً من الكلورميسيتين Chlormycetin والـ Bacteriocin.

- يعتبر البنسلين من أكثر المضادات الحيوية تأثيراً على نمو بكتريا حمض اللاكتيك ويختلف هذا التأثير تبعاً للآتى:

• التركيز المستخدم من البنسلين

• مدى حساسية البكتريا له

• مدى نقاوة البنسلين المستخدم

وعموماً فلقد إتضح من التجارب أن:

- اللبن المحتوى على أقل من ٠,٠٥ وحدة دولية من البنسلين / مل لبن لا يؤثر على نمو بكتريا حمض اللاكتيك وبالتالي على معدل إنتاج الحموضة فيما عدا *Str. thermophilus* والذي يثبط فى وجود ٠,٠١ وحدة دولية.

- اللبن المحتوى على تركيز يتراوح ما بين ٠,٠٥ - ٠,١ وحدة دولية من البنسلين / مل يحدث تثبيط بسيط لنمو بكتريا حمض اللاكتيك.

- اللبن المحتوى على تركيز ما بين ٠,١ - ٠,٢٥ وحدة دولية من البنسلين / مل يحدث تثبيط كامل لنمو بكتريا حمض اللاكتيك ويوقف تقدم الحموضة ويعمل على عدم تكونها.

تعتبر ميكروبات *Str. cremoris* أكثر حساسية من *Str. lactis* والأخيرة أكثر حساسية من *Str. faecalis* للبنسلين. وبصفة عامة تكون ميكروبات حمض اللاكتيك

العصوية Lactobacilli أكثر مقاومة للبنسلين عن ميكروبات حمض اللاكتيك الكروية Streptococci.

قد يؤدي البنسلين إلى حدوث تغيرات مورفولوجية في بكتريا حمض اللاكتيك الكروية فيؤدي إلى زيادة في طول السلسلة البكتيرية.

وجود ٠,٠١٥ - ٠,٠٥ وحدة دولية من البنسلين / مل لبن يؤثر على بادئ الزبادي مما يؤدي إلى إنتاج زبادي غير جيد وذو خثرة طرية نظراً لطول مدة التجبن.

طرق التغلب على تأثير البنسلين في اللبن:

١- استعمال إنزيم البنسليناز Pencillinase

- وهذا الإنزيم يفرز بواسطة بعض أنواع من الـ Lactobacilli وبعض سلالات من *E. coli*، *B. subtilis* تحت ظروف معينة.

- وهذا الإنزيم يمنع فعل البنسلين المثبط للميكروبات المكونة للحموضة بهدم جزئ البنسلين وتكوين حامض البنسلويك Penicilloic acid عديم الأثر على الميكروبات.

- يستخدم بتركيز في اللبن من ٠,٠٥ - ١ وحدة في ١٠ طن. ولا يؤثر على طعم ورائحة اللبن. إلا أنه قد يؤخذ على استعماله إرتفاع ثمنه نسبياً.

٢- استخدام الكيماويات Chemical inhibitors

يمكن استخدام بعض المواد مثل بعض الأحماض - القلويات، الأمونيا، الأمينات لوقف نشاط البنسلين حيث تتفاعل معه وتثبط من حيويته. فمثلاً إضافة ٠,٠٠٥ ٪ هيدروكسيل أمين Hydroxyl amine تكون كافية للحد من فعل وحدة دولية واحدة من البنسلين في زمن قدره ساعة واحدة، ولكن إتضح فيما بعد أن هذه المادة سامة ولها تأثير مثبط على نمو بكتريا حمض اللاكتيك الكروية Streptococci. إضافة ٠,٠١٦ - ٠,٠٦ ٪ H_2O_2 يسبب القضاء على البنسلين تماماً.

٣- زيادة كمية البادئ المضاف Addition of extra amounts of culture

قد تضاف كميات زائدة من البادئ عند بطئ تكون الحموضة أو إنعدامها، والأساس في ذلك أن في إضافة البادئ وبالطريقة العادية تقوم كل خلية بكتيرية

بالإرتباط بعدد معين من جزيئات البنسلين، ونظراً لإمتصاص الخلايا البكتيرية الموجودة فى البادئ العادى لعدد كبير من جزيئات البنسلين فإنه يتوقف عملها، ويتعطل تكوين الحموضة ولكن بإضافة كميات كبيرة من البادئ يمكن المحافظة على مستوى الحموضة المطلوب. وقد يعاب على هذه الطريقة أنها لاتصلح فى التركيزات التى تزيد عن ٠,١ وحدة دولية / مل.

٤- تعود الميكروبات على النمو ببيئة البنسلين Adaptation of cultures

وفىها يتم إنتاج سلالات مقاومة للبنسلين وذلك عن طريق تتميتها فى اللبن، وفى وجود تركيزات منخفضة من البنسلين تزداد تدريجياً. فقد أمكن زيادة مقاومة بعض السلالات من ٠,١ إلى ٠,٣ وحدة دولية / مل، ويمكن المحافظة على هذه المقاومة حتى حوالى ٢٠ تجديدة (تنشيط) فى اللبن الخالى من البنسلين ثم تضعف بعد ذلك. وهذه الطريقة مقبولة وتستخدم حالياً. غير أنه يؤخذ عليها إختفاء الميكروبات المكسبة للنكهة عندما يكون تركيز البنسلين ٠,٢ وحدة دولية / مل حيث لاتتكون مواد النكهة الأسثيل ميثيل كربينول والداى أستيايل.

١- حجز اللبن لمدة يومين قبل الإستعمال.

ب- الإيروميسين Aureomycin

- وجوده بتركيز ٠,٠٥ ميكروجرام / مل لبن لايؤثر على نمو بكتريا حمض اللاكتيك وبالتالي على إنتاج الحموضة، ولكن وجوده بتركيز ٠,٥ ميكروجرام / مل يؤدى إلى تثبيط نمو بكتريا البادئ.

- وجد بعض العلماء أن اللبن المأخوذ من بقر معالج بواسطة ٢١٣ ملليجرام / لكل ربع (إيروميسين) لاتتقدم فيه الحموضة طوال أربع حلبات وأحياناً حتى الحلبة الثامنة.

- تعقيم اللبن حتى ضغط ٠,١٥ رطل / ١٠ ق لايؤدى إلى إتلاف الإيروميسين.

ج- التراميسين Terramycin

بكتريا حمض اللاكتيك الكروية Streptococci تكون حساسة جداً للتراميسين. وجود ٠,١ ميكروجرام / مل لبن تكون كافية لتثبيط نمو بكتريا حمض اللاكتيك.

بينما يتكون كمية قليلة جداً من حامض اللاكتيك في وجود ٠,٢ ميكروجرام تيراميسين / مل لبن.

ويوضح جدول (٦٦) مدى إختلاف حساسية البادئات المختلفة والمستخدمه لبعض المنتجات اللبنيه للتركيزات المختلفة من المضادات الحيوية مقدرة بالوحدة الدولية / مل لبن.

جدول (٦٦) يوضح مدى إختلاف حساسية البادئات المختلفة

المزارع البكتيرية المستخدمة	بنسلين	ستربتوميسين	كلورامفينيكول	أريثروميسين	كلوراتتراسيكلين	Bacteriocin	Oxytetracycline	Tetracycline
اليوغرت	٠,٠١	١	٠,٥	٠,١	٠,١	٠,٠٤	٠,٤	١
القشدة	٠,٢	٢,٥	١	٠,٥	٠,٠٥	٠,١	٠,٤	١
لبن الأسيدوفيليس	٠,٠٧	٢,٥	٢	٠,٠٧	٠,٥	—	٢,٥	٢
جبين الأمينتال	٠,٠٢	٢,٥	٢	٠,٠٨	٠,١	٠,٠٣	—	—
الكيفير	٢,٥	٢,٥	٣	٠,٥	٢	—	١,٥	١
بادئ البكتريا المحبة للحرارة المعتدلة Mesophilic	٠,٠١	٢,٥	٢	٠,٠٥	٠,٥	٠,١٢	٢	—

أضرار ومشاكل وجود المضادات الحيوية باللبن:

١- تتداخل مع نشاط إنزيمي الفوسفاتيز والكتاليز، وبالتالي تؤثر على إختبار الفوسفاتيز والكتاليز المستخدمين في الكشف عن تمام البسترة، فقد وجد أن الأوكسى تتراسيكلين والبنسلين يظهران أن اللبن التام البسترة وكأنه غير مبستر حيث يعطى لون أزرق مع دليل الفولين.

٢- يؤثر على إنتاج الحموضة وبالتالي نقص في خواص وطعم ونكهة المنتج اللبني.

٣- صعوبة تصنيع المنتجات اللبنية المتخمرة.

٤- لا تتأثر كثيراً بالمعاملات الحرارية.

٥- تؤدي لزيادة الوقت اللازم لإختبارات الصبغات مما يؤدي لتقييم اللبن بدرجة أعلى من نوعيته.

٦- لها خطورة على الصحة العامة حيث:

أ- تؤثر على ميكروفلورا الجهاز الهضمي المرغوب فيها خاصة عند صغار السن.

ب- قد تعرض مستهلكي هذه الألبان إلى الإصابة بميكروبات مرضية مقاومة للمضادات الحيوية Antibiotic resistance pathogens.

ج- تسبب خطورة للأشخاص ذوي الحساسية العالية لتلك المضادات فقد تسبب لبعضهم حساسية شديدة Severe allergic تؤدي للوفاة أحياناً.

ونلاحظ أن Maximum residue limit (MRL) (الحد الأقصى للمتبقي من المضاد في الغذاء) للبنسلين ج Peniciclline G = ٤ µg / لتر لبن.

الإحتياطات لتجنب الآثار الضارة من المضادات الحيوية باللبن:

١- إستخدام المضاد الحيوى تحت إشراف طبي مع التخلص من ألبان الحيوانات المعالجة بها، وعدم إستعمالها للإستهلاك الأدمى مدة لاتقل عن ٧٢ - ٩٦ ساعة عقب إعطاء آخر جرعة من المضاد، والإلتزام بفترة الإنسحاب Withdrawal period.

٢- إستعمال مضادات حيوية تحتوى صبغات ملونة تفرز في اللبن لعدة أيام بعد العلاج إذ غالباً مايؤدي حقنها في الضرع إلى إفرازها في اللبن لمدة ثلاثة أيام عقب آخر جرعة. وقد وجد أن حقن مضاد حيوى مثل البنسلين في أحد أرباع ضرع الأبقار غالباً ما يوجد في لبن الأرباع الأخرى، بينما في الماعز فإنه عند حقن هذا المضاد في نصف الضرع فإنه لا يوجد في نصف الضرع الآخر.

ويجب أن يتوافر في الصبغة المضافة للمضاد:

١ - ليس لها تأثير مثبط للمضاد.

٢- تفرز في اللبن بمعدل إفراز المضاد.

٣- غير سامة للإنسان.

٤- غير مهيجة لأنسجة الضرع.

٥- مسموح بإضافتها للغذاء.

٦- ذات لون يمكن تمييزه في التخفيفات الصغيرة.

ومن الصبغات المستخدمة:

أ- صبغات طبيعية مثل الكلوروفيل ويعاب عليها:

١- الحاجة لكمية كبيرة منها للحصول على لون واضح باللبن.

٢- تظهر في اللبن لمدة ثلاث حلقات متتالية أما البنسلين مثلاً فيبقى لحوالى ست حلقات متتالية.

ب- صبغات صناعية منها:

١- صبغات الفلوران: وهى تضاف مع البنسلين بمعدل ٢٥٠ مجم / ١٠٠ ألف وحدة بنسلين (٦٠ مجم بنسلين) ويمكن ملاحظتها بالعين المجردة لمدة ٤٨ ساعة بعد العلاج، وتفرز فى نفس الوقت مع البنسلين كما يمكن الكشف عنها بالأشعة فوق البنفسجية حتى ٩٦ ساعة بعد العلاج ولكن يعاب عليها لونها أصفر غير واضح باللبن، وتسبب فقد ٥٠٪ من فعل البنسلين وغير مسموح بها غذائياً.

٢- صبغات Triphenyl methan ومنها نوعان

Food blue S	Food green S (صبغة Stain)
مسموح بها قانوناً - تعطى لون مزرق - تستخدم بمعدل ١٢٥ مجم / ١٠٠ ألف وحدة بنسلين - أمكن إستخدامها بنجاح مع أكسى تتراسيكلين - تفرز فى نفس الوقت مع المضاد الحيوى	مسموح بها قانوناً - تعطى لون أخضر فى اللبن، ويتناسب اللون مع تركيز البنسلين فى اللبن. تضاف للبنسلين بمعدل ٥٠ مجم / ١٠٠ ألف وحدة - تفرز الصبغة فى نفس الوقت مع المضاد الحيوى. وأمكن إستخدامها بنجاح مع تتراسيكلين

طرق الكشف عن متبقيات المضادات الحيوية للبن : تشمل

- ١- طرق ميكروبيولوجية Microbiological assay technique
- ٢- إختبار إختزال الأسود المتأكل Brilliant black reduction test
- ٣- طريقة الإنتشار الأنبوبى Tube diffusion method
- ٤- طريقة الفحص المناعى Immuno logical assay method
- ٥- إستخدام جهاز الكروماتوجرافى بالسائل ذو الضغط العالى High performace liquid chromatography HPLC.

١- الطرق الميكروبيولوجية فى كشف المضادات الحيوية باللبن:

وتعتبر أكثر الطرق شيوعاً لبساطتها:

يستخدم فى هذه الطرق بعض الميكروبات التى منها

Bacillus stearothermophilus var calidolactis , *Bacillus mycoides* , *Str. thermophilus*

ومن هذه الطرق:

أ- إختبارات أساسها إنتاج الحموضة:

وفىها يوضع ١٠ مل لبن فى أنبوبة إختبار وتسخن إلى ١٠٠ م° / ٥ د وتبرد وتلقح بمعلق من أحد الميكروبات السابقة بمعدل ٢٪ ثم يحضن ٣٧ م° / ٣ ساعات ويتم الكشف عن الحموضة إما بالمعايرة أو الـ pH أو إختبار التجبن (كحول - غليان). وهذه الطريقة ملائمة للكشف عن الإستربتوميسين، كلوروتتراسيكلين.

ب- إختبارات أساسها إختزال الصبغات:

ومن أمثلتها أزرق الميثيلين والميكروب المستخدم *B. mycoides* وذلك للكشف عن التتراسيكلين، صبغة الـ ريزازورين والميكروب المستخدم هو *Str. thermophilus* ويستخدم للكشف عن البنسلين . وفىها يؤخذ ١٠ مل لبن وتسخن إلى ١٠٠ م° / ٥ د وتبرد إلى ٣٧ م° وتلقح بمزرعة ثقيلة من الميكروب وتحضن ٣٧ م° / ٤٥ د. ويقدر الزمن اللازم لإختزال الصبغة مقارنة بعينة أخرى من اللبن لاحتوى مضاد حيوى، وعدم إختزال اللون أو إختزاله ببطء يدل على وجود مضاد.

وقد تستخدم صبغة Triphenyl tetrazolium chloride (TTC) مع ميكروب *Str. thermophilus* للكشف عن عديد من المضادات الحيوية ويستغرق هذا الاختبار حوالي ٢,٥ ساعة. وفيه يؤخذ ١٠ مل لبن وتسخن ٨٥ م° ثم تبرد حتى ٣٧ م° ويضاف لها ١ مل من مزرعة *Str. thermophilus* وتحضن ٢ ساعة يضاف بعدها دليل TTC (٠,٣ جم / ٢٥ مل ماء معقم) وتحضن الأنبوبة لمدة ١/٢ ساعة أخرى. تكون لون أحمر يدل على تكون حموضة أى خلو اللبن من المضاد الحيوى وبقاء العينة عديمة اللون يدل على وجود المضاد. واختبار الصبغات أكثر حساسية للبكتيلين.

كما قد يستخدم دليل البروموكريزول Bromocresol purple حيث تضاف كمية من اللبن السابق تسخينه إلى مزرعة من ميكروب *Str. thermophilus*، وتحضن على ٤٥ م° / ٤ ساعات، ظهور لون أزرق ← يرفض اللبن ظهور لون أصفر ← لبن سليم

ظهور لون بين الأخضر والأصفر يستهلك اللبن الذى يحلب بعد ٢٤ ساعة من الاختبار.

ج- اختبارات أساسها تغيرات مورفولوجية:

مثال ذلك ميكروب *Str. thermophilus* الذى يحدث له إنتفاخ فى خلاياه عند تعرضه لمحلول به ٠,٠٥ ٪ وحدة دولية من البكتيلين.

د- اختبارات مبنية على أساس تكون منطقة خالية من النمو (مانعة - مثبطة) Inhibition.

١- يستخدم فى هذه الطريقة عادة ميكروب *Bacillus stearothermophilus var calidolactis* حيث يحضر منه معلق وذلك بزراعته على بيئة آجار مائل (٥٥ م° / ٤٨ ساعة)، ويغسل الآجار بمحلول فسيولوجى معقم للحصول على معلق يجمع فى ورق مخروطى معقم ويحفظ على ٤ - ٥ م° للإستخدام مع تقدير العدد الكلى.

٢- تضاف كمية أو جزء من المعلق البكتيرى إلى بيئة آجار بحيث يكون تركيز الميكروب ٥ × ١٠^٧ / مل وترج بهدوء على ٤٥ - ٥٠ م° مع مراعاة عدم تجمد الآجار وتصب بيئة الآجار المنزرعة فى أطباق بترى معقمة (١٢ مل سمك ٢مم) وتترك الأطباق لتجمد.

٣- تسخن عينات اللبن المراد الكشف عن المتبقيات من المضادات الحيوية بها على ٨٠ م° / ٣٠ د ذلك للقضاء على المواد المثبطة الطبيعية Natural inhibitory subs.

٤- ينقل ٠,١ مل من العينة بعد تبريدها بماصة شعرية معقمة إلى حفرة دائرية قطرها ١٠ مم (١ سم) وتسمى هذه الطريقة طريقة الفحص بالحفرة Well assay method، كما يمكن استخدام طريقة الفحص بالقرص المرجعي Reference disc assay method المعد لذلك، وذلك بعد غمسه في عينة اللبن، ووضعه على بيئة الآجار المنزرعة Seeded agar وتحضن الأطباق ٥٥ م° ± ٢ م° / ٣ - ٤ ساعات. في حالة النتيجة الإيجابية يلاحظ تكون منطقة مانعة Zone of inhibition لنمو الميكروب والتي يتوقف حجمها على كمية وتركيز المضاد الحيوى الموجود بالعينة، بينما في حالة النتيجة السلبية لا تتكون المنطقة المانعة لنمو الميكروب.

المضادات الحيوية لتسمين الحيوان وحفظ لحمه:

يستخدم بعض مربى الحيوان والطيور المضادات الحيوية لتسمين حيواناتهم، وذلك بإضافتها للأعلاف الخاصة بها، فقد لوحظ أنها تؤدي لزيادة الوزن مع توفير العلف خاصة إذا إقترن ذلك بإضافة الهرمونات، ولا يعرف بالضبط آلية المضادات الحيوية في عملية التسمين، ويعتقد البعض أن المضاد الحيوى يحمى الحيوان من الأمراض مما يحسن من صحة الحيوان العامة، ويتيح له فرصة أكبر من النمو. ومن أكثر المضادات الحيوية تأثيراً في ذلك المضاد الحيوى الذى له طيف واسع في تثبيط الميكروبات.

وقد وجد أن البنسلين هو أفضلها في حالة علف الدواجن، وأن الأوكسى تتراسيكلين أحسنها في اعلاف حيوانات التسمين. وقد تزود هذه الأعلاف بالهرمونات أو مستحضراتها ذلك إذا كانت هذه الهرمونات لا تتأثر بعملية الهضم وإلا فتعطى بالحقن تحت الجلد، وقد وجد أن هذه المعاملات تزيد من سرعة التسمين بأكثر من ١٠٪ كما توفر ١٢ - ١٦٪ من العلف كما قد تستخدم المضادات الحيوية في حفظ الأسماك ولحوم الحيوانات، فيستخدم الأوكسى تتراسيكلين في إطالة حفظ السمك والحيوانات البحرية على سفن الصيد، حيث يضاف بنسبة ٥ جزء / مليون إلى الثلج

المستخدم في الحفظ. كما قد تغمر اللحوم الطازجة ولحوم الدجاج الطازج في محلول التتراسيكلين بتركيز ١٠ جزء / مليون، وقد تحقق الذبائح ببعض المضادات الحيوية مثل التتراسيكلين والبنسلين والكلورامفينوكول قبل الذبح للمساعدة على حفظ اللحوم. وتأثير التتراسيكلينات ثابت نسبياً وفعال وطويل المدى.

وتحظر معظم القوانين استخدام المضادات الحيوية في حفظ الأغذية، أما الدول التي تسمح باستخدامها فإنها تحدد الحدود القصوى لبقاياها في الغذاء إذ أنها ضارة بصحة المستهلك. إذ لا يمكن إزالة المضاد الحيوي بطرق التصنيع الغذائية، كما أن هذه المضادات في الأغذية تكسب الأحياء الدقيقة مناعة مما يقلل من فاعليتها عند استخدامها للعلاج، كما تؤثر على الفلورا الطبيعية الموجودة بأمعاء الإنسان وقد تسبب الحساسية لبعض الأفراد.

ثانياً : التلوث بالهرمونات

يحتوى اللبن عدة هرمونات تختلف كميتها باختلاف الحالة الفسيولوجية والتغذية وعوامل أخرى ويبين الجدول التالى (٦٧) بعض الهرمونات باللبن البقرى وتركيزها.

جدول (٦٧) بعض الهرمونات باللبن البقرى

التركيز	الهرمون
٥٠ - ٧٠ ng / لتر	الأستروجين Oestrogens
٢٥ u.unit / مل	أوكسى توكسين Oxytocin
٢٥ ng / مل	Insuline like growth factor I (I G F -I)
٥٠ - ١٠٠ ng / مل	Epidermal growth factor (EGF)
١١ - ١٣ µg / لتر	البروجسترون Progestron
٣ - ١٠ ng / مل	سوماتوتروبين Somatotropin
٥٠ - ١٠٠ ng / مل	Insuline like growth factor II (I G F ñII)
	إنسولين Insuline

وقد تستخدم بعض هذه الهرمونات لأغراض مختلفة خاصة زيادة الإنتاج، ومن أمثلة ذلك:

١- هرمونات الإسترويد Steroid hormones

وهي تستخدم كمشجعات نمو في بعض الدول مثل الولايات المتحدة وكندا، وتستخدم فقط في حيوانات اللحم حيث تسرع من النمو والتسمين بطريقة غير مباشرة تتوسطها عمليات تتحكم فيها الغدة الدرقية، ولذا يضاف عادة هرمون الثيروكسين Thyroxine لزيادة كفاءتها. وتتميز هرمونات الإسترويد بأنها ذات تركيب ليبيدي Lipid structure صغيرة الحجم لاتهضم، تكون فعالة عند تناولها عن طريق الفم ويمكن أن تمتص بصورتها (سليمة) intact. وهي متماثلة في تركيبها في جميع أجناس الحيوانات، وهي مواد ذائبة في الدهون، لذا فالمنتجات منخفضة الدهن منخفضة نسبياً في محتواها من الأسترويدات، ولايؤدي معالجة الحيوان بها بمستوى منخفض إلى زيادة ملحوظة منها في اللبن الناتج، ولكن المعاملة بجرعات عالية بقصد الإخصاب أو أغراض طبية أخرى يؤدي لزيادة نسبتها في اللبن لفترة قصيرة. ومن هذه الإستيرويدات.

أ- إستيرويدات طبيعية Natural hormones steroids منها

Tetrasterone, Oestradiol B 17, Progesterone ومشتقاتها وتعتبر أهم الهرمونات الجنسية في الثدييات، وتستخدم في أغراض الأبتاء (التمثيل) Anabolic، كما يستخدم هرموني الأنوثة Oestradiol B 17, Progesterone للحث على إنتاج اللبن وتحسين الخصوبة وتنظيم دورة الشبق Oestrus cycle.

ب- هرمونات نصف مخلقة Semi synthetic ومن أمثلتها

Melengestrol acetate, zeranol, Trenbolone acetate وتشير كثير من الأبحاث إلى سلامة اللحم المحتوى على بقايا هذه الهرمونات، كما أن معدلها في اللبن ليس عالياً إذا استخدمت بالكميات المناسبة، وقد يكون السبب هو عدم توافر الطرق الدقيقة في تقدير بقايا هذه الهرمونات المتناهية في الصغر. ونظراً لقابلية ذوبان هذه الهرمونات في الدهن فمن المنتظر أن يحتوى الدهن وأنسجة الكبد على بقايا من هذه الهرمونات، مما قد يؤدي لآثار ضارة بالصحة على المدى الطويل بالنسبة للإنسان خاصة السيدات.

ج- إستيرويدات القشرة المخلقة Synthetic corticosteroids ومن أمثلتها Prednisolone, dexamethasone وتستخدم فى علاج إلتهاب الضرع.

٢- البروستاجلندينات Prostaglandins

وهى مجموعة من المواد المشابهة للهرمونات (الجنسية) A group of potent hormone like substances وتنتج فى كثير من أنسجة الثدييات. ومن وظائفها الفسيولوجية تنظيم ضغط الدم، وإنقباض العضلات الناعمة، وتلطيف الإلتهابات. وبعضها مثل $PGF_2 \alpha$ يستخدم لتنظيم دورة الشبق وزيادة التبويض Multiple ovulation، والمعالجة بها لارتفاع من تركيزها عن المستوى الطبيعى بعد ساعات قليلة من العلاج.

٣- الأوكسى توسين Oxytocin

وهو هرمون ببتيدى (به تسعة أحماض أمينية). تفرزه جميع الثدييات للحث على إستمرار المخاض Labour وتشجيع خروج اللبن Milk ejection، وله أهمية فى الطب البيطرى والبشرى، ويتم العلاج به عن طريق الحقن بالوريد أو العضل أو تحت الجلد intravenously, intramuscularly, subcutaneously ونظراً لقصر فترة عمر الهرمون يصعب الكشف عن زيادة معدله فى اللبن. وقد يستخدم الهرمون فى الجاموس لتسهيل حلابته إذ يبدو أن الجاموس أصعب حلباً من البقر. كما يستخدم الهرمون فى بعض الدول لعلاج إلتهاب الضرع، ودوره فى ذلك هو تشجيع خروج اللبن مما يساعد على زيادة إزالة الميكروب الممرض من الضرع.

٤- سوماتوتروبين البقرى Bovine somatotropin (bST) أو هرمون نمو بقرى

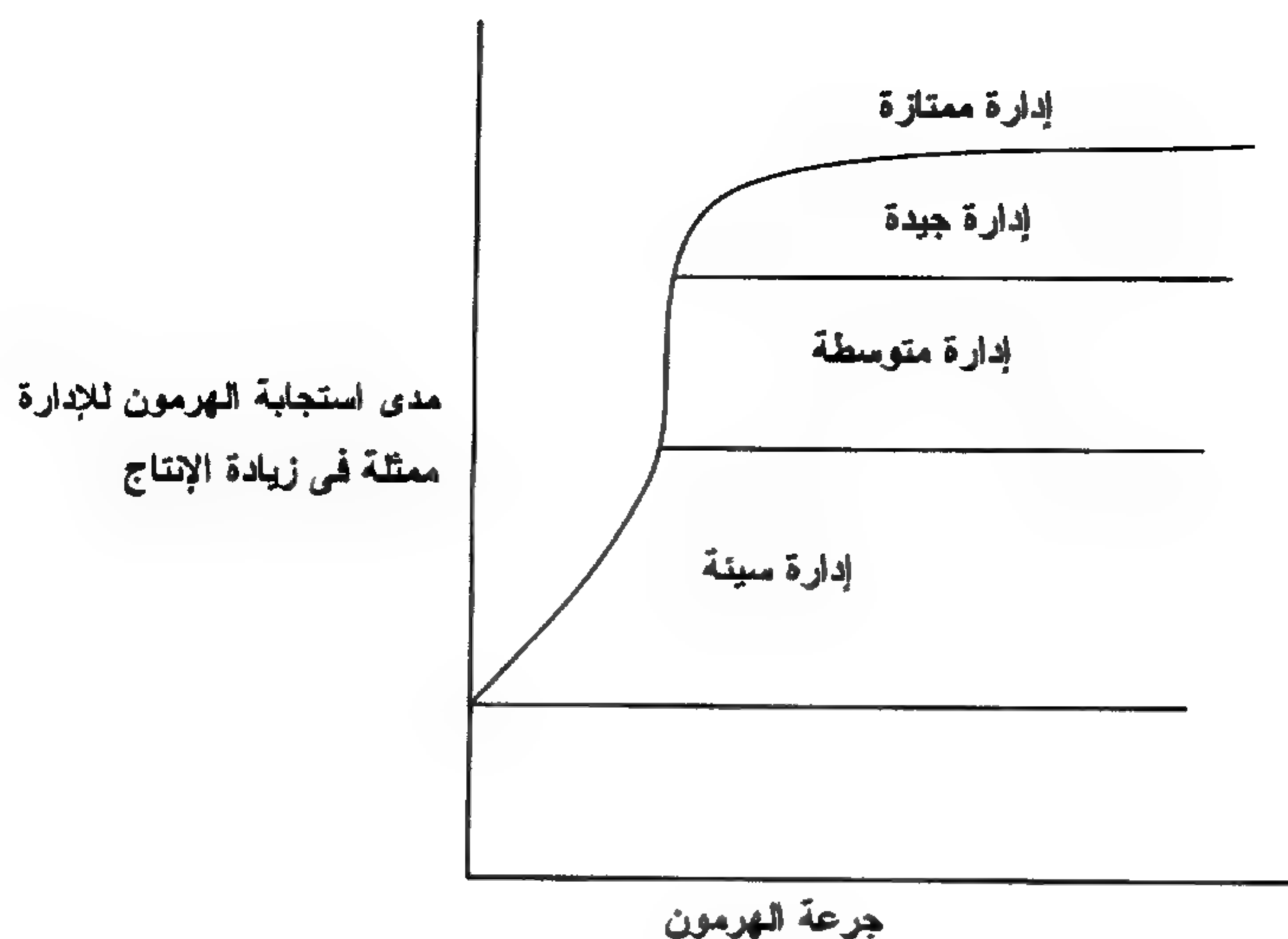
Bovine growth hormone

وهو من الهرمونات البروتينية تفرزه الغدة النخامية فى جميع الحيوانات، ويتكون من ١٩١ حمض أمينى، وهو أكبر حجماً من هرمونات الإسترويد، ويهضم بشدة لذا فهو لايمتص بصورته السليمة intact، فليس له تأثير عند تعاطيه عن طريق الفم مثله فى ذلك مثل الإنسولين ودليل ذلك أنه عند نزع الغدة النخامية من الفئران مما يجعلها لا تنتج ST بكميات كافية ويجعلها فى حاجة للمعاملة بهرمون ST فقد وجد أنه عند إعطاء هذه الفئران هرمون bST بما يعادل ٤٠٠,٠٠٠ مرة الكمية

الموجودة فى لتر لبن بقرى لم يحدث نمو لهذه الفئران ولكن عند حقنها بالهرمون أدى إلى زيادة نموها. ويوجد الهرمون كمركب طبيعى باللبن. ويختلف التركيب الكيماوى لهذا الهرمون تبعاً لجنس الحيوان وهذا ما يحد من إستخدام هذا الهرمون من جنس ليعمل فى جنس آخر ويفسر ذلك بأن الهرمونات البروتينية يجب أن ترتبط بمستقبل بروتينى قبل أن تظهر تأثيرها الحيوى. ومن وظائف هذا الهرمون هو تشجيع النمو وتنظيم تمثيل الدهون والبروتينات والكربوهيدرات فهو يوجه المغذيات مباشرة لنمو الماشية الصغيرة وإلى إنتاج اللبن فى البقر الحلوب.

ويفسر دور هذا الهرمون بأن الغدة النخامية تفرزه فى مجرى الدم حيث ينتقل خلال الجسم ويدفع الكبد إلى إنتاج هرمون آخر يسمى (I G F ñI) Insuline like growth factor I أو Somatomedin حيث يقوم الهرمونان BST , IGF- I بإحداث تغيرات تشجع إنتاج اللبن، وهذه التغيرات تشمل تأثيرات مباشرة على الغدة اللبنية وتزيد من هدم النسيج الدهنى Adpose tissue ليمد الحيوان بطاقة أكثر لإنتاج اللبن. وعليه فإن معظم التأثيرات الفسيولوجية لهرمون bST تكون عن طريق زيادة مستوى عامل النمو الشبيه بالإنسولين (I G F -I) Insuline like growth factor I.

وكان يستخرج الهرمون bST من الغدة النخامية للحيوانات بعد ذبحها لإستخدامه فى الأغراض الطبية البيطرية والبشرية، ونظراً لقلّة الكمية المستخلصة من هذه الغدة مما دفع العلماء لإنتاجه بالهندسة الوراثية، ويسمى الهرمون الناتج وراثياً (rbST) Recombinant bovine somatotropin، وهو متوافر تجارياً وآمن بموافقة إدارة الأغذية والعقاقير FDA ١٩٩٣، ويستخدم حالياً فى كثير من الدول حيث يحقن فى ماشية اللبن على فترات (أسبوعين تقريباً) فيزيد من إنتاج اللبن بمعدل قد يصل إلى ١٥ - ٢٠٪ حيث يدفع الغدة اللبنية لأخذ كمية أكبر من المغذيات من مجرى الدم مما يؤدى لزيادة كمية اللبن بشرط وجود إدارة جيدة.



ومن المعروف أن البقرة تستخدم جزءاً من العليقة كعليقة حافظة والباقي يستخدم للإنتاج، ولما كانت العليقة الحافظة لا تتغير تقريباً وإن الزيادة من العليقة المعطاة للحيوان تتحول (توجه) لزيادة إنتاج اللبن دون حدوث تغير يذكر في تركيبه الكيماوي أو خواصه الحسية أو تغيير كمية bST المفرزة باللبن حتى بإعطاء جرعات كبيرة تعادل ١٢ مرة ضعف الجرعة المعتاد إعطائها للحيوان وذلك مقارنة باللبن الناتج من حيوانات غير معاملة بالهرمون. كما أن اللحم واللبن الناتجين من الحيوانات المعاملة بالهرمون آمنين للإنسان. وتؤدي البسترة إلى إتلاف ما يقرب من ٩٠% من bST، وrbST الموجود باللبن. وليس للهرمون أي آثار جانبية على الإنسان ولكن قد يكون له تأثير جانبي ضئيل على الماشية المحقونة بالهرمون تتمثل في احتمالية زيادة الإصابة بمرض التهاب الضرع، وحدثت بعض الإضطرابات التناسلية Reproductive disorder وحدث ورم (إنتفاخ Swellings) في مكان الحقن، وزيادة فرصة الإصابة بالتهاب الضرع مما يدفع مربى الماشية إلى زيادة استخدام المضادات الحيوية وما يتبع ذلك من أضرار بصحة الإنسان.

وقد ذكرنا سابقاً أن bST أو rbST يدفع الكبد لإنتاج IGF1 وأن كلاً من الهرمونين يشجعان معاً إنتاج اللبن.

وقد يخشى المستهلك من زيادة IGF1 فى اللبن فمن المعروف أن هذا الهرمون ينشط نمو خلايا الأمعاء مما يزيد من فرصة خطورة النمو غير الطبيعى لها، مما قد يكون له تأثيرات مسرطنة Carcinogenic effects. ولكن مما يقلل من هذه المخاوف هو أن تركيز هذا الهرمون IGF1 باللبن قليل أقل بمقدار ١٠٠ - ١٠٠٠ مرة تركيزه فى دم الإنسان. (أى ١/١٠٠٠ : ١/١٠٠ من تركيزه فى الدم)، أضف إلى ذلك أن هذه الهرمونات مواد بروتينية تهدم عند تعاطيها بالفم مما يفقدها نشاطها الحيوى.

يلاحظ أن bST, rbST لا تنفذ خلال جدر المشيمة Placental wall فلا ضرر على الأجنة وتلد البقرة المعاملة بالهرمون عجولاً عادية الحجم صحية دون أية مشاكل، كما أن إعطاء الهرمون للبقرة لفترة طويلة لم يكن له تأثير سئ عليها.

ملحوظة:

bST, r bST ليست نشطة حيويًا بالنسبة للإنسان فهي لا تتفاعل مع مستقبلات S T الأدمية وقد يرجع ذلك لإختلاف التركيب البنائى لهرمون b S T وهرمون S T من أجناس الحيوانات غير الرئيسة الأخرى (Primates رأسيات) عن ST البشرى، وهذا يفسر أنه رغم أن القزمية Human dwarfism (ناشئة عن عدم توافر ST البشرى) يمكن أن تعالج بتعاطى ST البشرى إلا أنه لا يمكن معالجتها بهرمون البقر b S T أو هرمون ST من أى حيوان غير رأسى، ولكن يمكن إستخدام هرمون S T من الرئيسات مثل القردة فى علاج قزمية للإنسان فلهرمون ST القردة تركيب بنائى مشابه لتركيب ST البشرى مما يجعل لهرمون ST القردة القدرة على الإرتباط بالمستقبلات الخاصة بهرمون ST البشرى.

الفصل السابع عشر

التلوث من مواد التعبئة والتغليف

التعبئة: هي تجهيز الغذاء للتسويق النهائى بوضعه فى عبوات خاصة مناسبة، ويكون بينها وبين الغذاء إتصال مباشر. أما التغليف فهو تجميع لأكثر من عبوة فى وعاء أكبر لايامس الغذاء ملامسة مباشرة. ويكون الهدف من التغليف فى هذه الحالة هو إعداد الغذاء للشحن أو التسويق بالجملة، ولكن فى بعض الحالات قد يلامس الغلاف الغذاء ويصبح الغلاف وسيلة هامة من وسائل بيعه وتسويقه.

الإشتراطات العامة للعبوة المستخدمة فى اللبن ومنتجاته:

يجب أن يتوافر فى العبوة الجيدة إشتراطات من أهمها:

- ١- أن تحوى بداخلها اللبن ومنتجاته.
- ٢- أن تحمى المنتجات بداخلها حتى تصل سليمة إلى المستهلك من كل ما تتعرض له من عوامل تؤثر على طبيعتها وتركيبها كالتلوث أو التعرض للضوء، إذ يؤدى ذلك لتغيرات غير مرغوبة، كما تحمى المنتجات من نقص أو زيادة محتواها من الرطوبة وكذلك فقد أو إكتساب روائح غير مرغوبة من الخارج، مع عدم إضافتها أى مواد تنتقل إلى الغذاء أى يجب ألا يحدث تفاعل بين العبوة والمنتجات التى تحويها.
- ٣- أن يتوافر فى العبوة القابلية والجاذبية، فيجب ان تكون مقبولة لدى المستهلك وسهلة التداول. فالعبوة الناجحة هى التى تبيع نفسها بمجرد النظر إليها، لذا يجب

دراسة سيكولوجية المستهلك فمثلاً العبوات التى تتميز بالألوان البراقة الواضحة ترضى المستهلك فى بعض الدول العربية، بينما يفضل المستهلك الأوربى العبوات هادئة اللون. كما يجب أن تتوافر البيانات الدالة على العبوة مثل محتوياتها وكمياتها وطريقة إستخدامها والحفظ والعلامة التجارية.

المواد أو الخامات المستخدمة فى تعبئة وتغليف اللبن ومنتجاته:

أولاً: الأوعية الزجاجية:

من مميزات هذه الأوعية:

- ١- الصلابة والقوة وتتوعها من حيث الحجم والشكل ورخص ثمنه نسبياً مقارنة بعبوات أخرى نظراً لتوافر خاماته بمصر.
- ٢- عدم تفاعل الزجاج مع اللبن أو منتجاته. فالزجاج مادة خاملة يتكون أساساً من أكاسيد ثابتة ولايحتاج إلى مثبتات أو مواد مضادة للأكسدة ولا تدخل المعادن الثقيلة فى تركيبه.
- ٣- يوفر الزجاج للبن ومنتجاته حماية ضد الروائح والنكهات غير المرغوبة والتلوث، كما يمكن التحكم فى درجة نفاذية الزجاج للضوء بتلوين الزجاج بألوان مختلفة (بنى عادة) مما يحمى اللبن ومنتجاته من التعرض للضوء.
- ٤- يتميز الزجاج بمظهر جميل جذاب كما أن شفافية الزجاج تميز مابه من غذاء (الزبادى).
- ٥- يمكن إعادة إستعماله عدة مرات بعد رجوعه للمصنع وتنظيفه وتعقيمه، كما يمكن تدوير غير الصالح منه مرة أخرى والإستفادة منه بخلطه مع الخامات المستخدمة فى صناعة الزجاج.

ولكن قد يعاب على الزجاج:

- ١- ثقل وزن العبوات الزجاجية مقارنة بالعبوات الأخرى مع صعوبة التخلص منه بسهولة.
- ٢- سهولة كسره ولكن يمكن عن طريق تحسين نسبة القوة / الوزن / Strength Weight تقليل الكسر، كما يمكن تصنيع الزجاجات من خلطات خاصة تزيد من

تحملها للصدمات والكسر، كما تحميها من المعاملات الحرارية المختلفة كالبسترة والتعقيم عند تعبئتها باللبن أو بعض منتجاته التي يجرى عليها هذه المعاملات كما تحميها من التبريد الفجائي الذي يتبع هذه المعاملات الحرارية.

ومن الخواص الطبيعية (المواصفات) للزجاج المستخدمة في تعبئة اللبن ومنتجاته:

الوزن النوعي Specific gravity = $2.47 - 2.49$ جم / مل.

الحرارة النوعية Specific heat = 0.28 كالورى / جم.

التوصيل الحرارى Thermal conductivity = 2×10^{-3} كالورى / سم² / ث.

درجة الإنصهار Melting point = 500 م°.

إعتبارات هامة عند تصميم العبوات الزجاجية للبن ومنتجاته Design consideration

١- يعتبر الشكل البيضاوى أقوى الأشكال يليه الإسطوانى ولكن الشكل المستطيل أفقر الأشكال هندسياً، وعموماً يفضل تجنب الشكل الكروى للعبوات ذات القاع الصغير لصعوبة نقل العبوة على السيور المتحركة.

٢- أن يكون التصميم مناسباً لنوع الناتج اللبنى فمثلاً فى تعبئة الزبادى أو الأيس كريم يجب أن يكون العنق متسع بقدر الإمكان.

٣- يفضل أن تكون النهاية الخاصة بالعبوة (mouth) محتوية على حلقات أو تشكيلات أخرى لإحكام تثبيت الغطاء.

٤- فى حالة الأغذية التى لاتعامل بالحرارة يجب مراعاة جودة هذه الأغذية ونظافتها، مع الإهتمام بغسيل هذه الزجاجات وعم إستخدامها لمرات متعددة.

٥- فى حالة الأغذية التى تعامل بالحرارة:

أ- إذا كانت المعاملة الحرارية لأقل من الغليان (212 ف°) يجب مراعاة عدم تلوث الغذاء من الأغذية المستخدمة.

ب- إذا كانت المعاملة الحرارية أعلى من الغليان (212 ف°) يجب الإهتمام بمراقبة المعاملة الحرارية.

ثانياً : الأوعية المعدنية:

الشروط الواجب توافرها فى الأوعية المعدنية

- غير منفذة للرطوبة أو الضوء أو الغازات ومقاومة للتآكل.
- سهولة الفتح والقفل والتعبئة ورخيصة الثمن.

أنواع العبوات المعدنية :

١ - العلب الصفائح Tin platecans

يعرف الصفائح بأنه رقائق من الصلب (٩٨٪ صلب جيد يعرف بصلب بسمر Bessemer steel منخفض فى محتواه من الكربون) يتم تغطيتها بطبقة رقيقة من القصدير لا تمثل أكثر من ٠,٢٥٪ من وزن العبوة، ويشترط فى القصدير المستخدم أن يكون نقياً خالياً من الشوائب الضارة بالصحة ولايحتوى أكثر من ١٪ رصاص، ٠,٠٣٪ أكسيد زرنيخ.

وتتميز العلب المصنوعة من الصفائح بصلابتها وخفة وزنها ورخص ثمنها وحسن مظهرها وسهولة تصنيعها وتشكيلها لأحجام مختلفة.

ويعاب على العبوات المصنوعة من الصفائح ظاهرة التآكل Corrosion بفعل مكونات الغذاء خاصة المواد الحمضية.

ويؤدى هذا التآكل إلى تلوث محتويات العبوة. ورغم أن القصدير المبطن للصفائح ليس مقاوماً تماماً للتآكل إلا أن سرعة تفاعله مع المادة الغذائية أقل بكثير من التفاعل الناشئ من الصلب نفسه. وتتوقف درجة مقاومة القصدير للتآكل على عوامل منها: حموضة الغذاء وسمك طبقة القصدير ووجود الأكسجين ووجود طبقة عازلة بين الغذاء وقصدير العبوة مثل الورنيش Enaml coating. ويجب أن يتوافر فى هذه المادة الورنيشية أن تكون غير سامة، خالية من المعادن الثقيلة وأن تكون فى صورة فيلم متجانس على الصفائح وأن تتحمل المعاملات الحرارية التى قد تتعرض لها هذه العلب.

وينشأ عن ظاهرة تآكل القصدير حدوث تغير لون المادة الغذائية وإنتفاخ العبوة (إنتفاخ هيدروجينى Hydrogen swell) نتيجة تكون H_2 الناشئ عن تعرض

الصلب بعد إختفاء طبقة القصدير لأحماض الغذاء. ومن العوامل التي تسرع من تآكل المعدن (الصلب) وجود O_2 ، وإحتواء المعدن على آثار من السيليكون، النيكل، الكروميوم والنحاس كما تسرع حموضة المادة الغذائية من تآكل المعدن.

٢- الصلب غير القابل للصدأ Stainless steel

وهو نوع من الصلب يحتوى نسبة عالية من النيكل والكروم وكمية بسيطة من النحاس، ويستخدم فى صناعة أقساط اللبن وخطوط الأنابيب الناقلة للبن فى المصانع.

ويتميز بمقاومته لظاهرة التآكل بفعل الأحماض والقلويات، وسهولة تنظيفه وتداوله وطول عمر إستخدامه ولكن يعاب عليه إرتفاع سعره مقارنة بالمعادن الأخرى.

٣- العبوات المصنوعة من الألمونيوم Aluminum cans

ومن مميزات هذه العبوات سهولة تشكيلها وعدم تأثرها بالمواد الغذائية المعبأة فهى مقاومة للتآكل نظراً لتكوين طبقة من أكسيد الألمونيوم على سطحها ومادة أكسيد الألمونيوم مادة خاملة كيميائياً يمكنها إعادة تكوين نفسها إذا تحطمت طالما كان الأكسجين موجوداً إذ يمكنه إعادة طبقة الأكسيد ثانية.

ولكن يعاب على هذه العبوات صعوبة قفلها باللحام وصعوبة فتحها بفتاحة علب الصفيح كما أنها تزيل لون بعض المواد الغذائية، وعمر إستخدامها أقل من الصفيح عند تعبئتها بالمنتجات السائلة.

ويوجد فى السوق الآن عبوات ألمونيوم نصف صلبة Semi - rigid aluminum وهى تصنع من رقائق الألمونيوم المسطحة، وتعتمد فى صلابتها على سمكها وسبكها مع معدن آخر. وتتميز هذه العبوات النصف صلبة بتعدد أشكالها كما يمكن أن يلحم عليها من السطح أغشية رقيقة شفافة تعمل كغطاء يظهر الغذاء، ويمكن أن تستخدم فى بيع وتداول منتجات الألبان الدهنية كالزبد وكذا المرجرين الطرى. وتتميز هذه العبوات بتحملها لمدى واسع من الحرارة لذا يمكن إستخدامها فى طبخ وتجميد الغذاء.

الآثار الضارة من تلوث اللبن ومنتجاته من العبوات المعدنية (مخاطر التلوث)

نظراً لأن المعادن الداخلة فى تكوين العبوات المعدنية المستخدمة فى تعبئة وتغليف اللبن ومنتجاته كلها من المعادن الثقيلة ومنها الألمونيوم والقصدير المستعمل فى تبطين الصفيح، ونظراً لإحتمال تفاعل هذه العناصر الثقيلة الموجودة بالعبوة مع تلك المنتجات وانتقال آثار منها إلى المنتج اللبنى مما قد يؤثر على خواصه الحسية كالتطعم واللون. ليس هذا فحسب بل أن تناول هذه المنتجات بما فيها من آثار من تلك المعادن قد يسبب بعض الأضرار الصحية خاصة إذا كان لها خاصية التراكم فى بعض أعضاء الجسم. فمثلاً زيادة التلوث بالقصدير (من العلب الصفيح) قد يؤدى لإصابة الكبد إذ يقوم الكبد والكلى والعظام بامتصاصه، كما يؤدى لضعف النمو والأنيميا إذ يعوق من إمتصاص الحديد وتكوين الهيموجلوبين. كذلك الحال عند التلوث بالألمونيوم فإن الألمونيوم الممتص يخزن أيضاً فى الكبد والكلى والطحال وأنسجة القلب والعظام ويؤدى إرتفاع معدله إلى فقد مؤقت للذاكرة وبعض أمراض المخ مثل مرض الزهايمر Alzheimer's disease (إرجع إلى تلوث اللبن ومنتجاته بالمعادن الثقيلة).

ثالثاً: العبوات البلاستيك

البلاستيك عبارة عن تركيبة مخلقة Man made مكونة من عدد كبير من جزئيات Vinyl based البسيطة (Monomer). وتعتمد صناعة البلاستيك على عملية البلمرة لهذه الوحدات، وذلك بإستخدام الضغط والحرارة العاليتين والتي تؤدى لفتح الرابطة المزدوجة للمونومر فنيل Vinyl monomer ويصبح الجزئ الـ monomer نشط وبذا يمكن لهذه الجزيئات الفردية monomers تحت ظروف معينة أن ترتبط ببعضها وتكون سلسلة طويلة من الجزيئات، وتحدث هذه البلمرة (التجمع أو الارتباط) بطريقتين من طرق التفاعل هما:

- أ- الإضافة Addition وفيها يتم تفاعل وإرتباط الوحدات الأساسية بدون ناتج ثانوى.
- ب- التكثيف Condensation: وفيها يتم تفاعل وإرتباط الوحدات الأساسية مع انفصال جزئ كنواتج ثانوى مثل CO_2 , H_2O .

رغم أن المواد البلاستيكية من مجموعة البتروكيماويات وهى مواد ملوثة للبيئة إلا أنه لا يمكن الإستغناء عنها لمايلى:

١- قلة مخلفاتها مقارنة بمخلفات مواد التعبئة والتغليف الأخرى ($\frac{1}{4}$ الوزن).

٢- قلة التكلفة ($\frac{1}{2}$ التكلفة).

٣- قلة تكلفة الطاقة المستخدمة فى تصنيعها ($\frac{1}{2}$ التكلفة)، وكذا قلة الطاقة المستخدمة فى نقلها، فحمولة سيارة من مياه معبأة فى عبوات زجاجية تكون ٥٧٪ مياه، ٤٣٪ زجاج، بينما فى حالة عبوات البلاستيك فهى ٩٣٪ مياه، ٧٪ عبوات. وهذا يؤدى فى نفس الوقت إلى وفرة الوقود المستخدم فى النقل وإنخفاض عوادم حرقه.

أنواع البلاستيكات:

يوجد أكثر من ثلاثين ألف (٣٠٠٠٠) نوع من البلاستيك، ويعود هذا العدد الكبير إلى إمكانية دمج بعض السلاسل الفردية للبلاستيك مع سلسلة بلاستيك أخرى للحصول على صفات تجمع ما بين الصفات المرغوبة فى كلا النوعين، ويطلق على هذا الإندماج علمياً لفظ Copolymers. وعموماً يمكن تقسيم أنواع البلاستيك إلى مجموعتين أساسيتين.

المجموعة الأولى: البلاستيك الحرارى اللون Thermoplastics

ونحصل عليها بالبلورة بطريقة الإضافة، وهذه البلاستيكات ذو السلاسل الطويلة وهو يمثل $\frac{2}{3}$ البلاستيك فى العالم. ويكون عدد وحدات السلسلة عدة مئات. وعادة تصنع منه العبوات البلاستيكية للأغذية والتي تشمل: البولى إيثيلين متعدد الكثافة Poly ethylene (PE)، البولى بروبيلين Poly propylene (PP)، البولى فنيل كلوريد Poly vinyl chloride (PVC)، بولى ستيرين Poly styrene (PS)، أكريلونتريل بيوتادين ستيرين (ABS). وإستيرين أكريلونتريل (SAN). ومن أكثر بلاستيكات هذه المجموعة شيوعاً وإستخداماً:

- البولى إيثيلين (PE) والبولى بروبيلين (PP) والبولى ستيرين (PS)، البولى فنيل كلوريد (PVC).

- وهذه البلاستيكات تعتمد على الرابطة المزدوجة للإيثيلين، وتتميز بسهولة تصنيعها وطراوتها النسبية وصفاتها الميكانيكية الضعيفة، ولها صفات عزل جيدة ضد الكهرباء وأيضاً ضد الرطوبة، ولكنها تقريباً خاملة كيميائياً. ولذا تستخدم فى الصناعات الكيماوية والطبية، ولا يمكن إستخدامها فى أدوات غليان المياه ولكن ثباتها يكون عالياً على درجات الحرارة المنخفضة، كما يسهل لحامها حرارياً ولهذا لها إستخدامات كثيرة كأغشية فى التعبئة واللف (Packing wrap).

المجموعة الثانية: البلاستيك الحرارى الصلب أو الصلب Thermosetting

ونحصل عليه عادة باللمرة بطريقة التكثيف، ويتميز هذا النوع من البلاستيك بأن جزيئاته قصيرة ومجموعة bulking، إذ يكون عدد وحدات السلسلة فى المتوسط ١٠ - ٢٠ وحدة أحادية monomer ومن أمثلتها.

البولى إيثيلين (PE) Poly ethylene

هو عديد الإيثيلين أو البوليمر إيثيلين، ويحضر من الإيثيلين ($CH_2 = CH_2$) بالضغط والحرارة العاليتين ويحضر بطريقتين:

الأولى: لإنتاج بولى إيثيلين مرتفع الكثافة (منخفض الضغط)

يحضر بحرارة ٦٠ - ١٦٠ م° تحت ضغط ٤٠ ض جـ فى وجود عامل مساعد (معدن قلوى)

خواص بولى إيثيلين عالى الكثافة:

- عبوته أكثر صلابة.
- له خاصية حجز جيدة للرطوبة والشحوم.
- يتميز بالمتانة وخفة الوزن.
- يمكن تعقيمه بالبخار إذ أن نقطة تليين الفيلم أعلى من درجة غليان الماء.

يمكن إستخدامه فى إنتاج الزجاجات البلاستيكية والمستخدمة فى تعبئة المياه النقية، الخل، عصير الفاكهة المركزة، اللبن الطازج والمعقم. وفى هذه الحالة ينصح بتصنيع العبوات فى مصانع الألبان لضمان مواصفات الصحة العامة.

الثانية: لإنتاج بولي إيثيلين منخفض الكثافة (مرتفع الضغط)

يحضر بتعريض الإيثيلين لحرارة ١٥٠ - ٢٠٠ م° وتحت ضغط ٢٠٠ ض جـ في وجود آثار من غاز O_2 . فتتكون أغشية منخفضة الكثافة.

خواص بولي إيثيلين منخفض الكثافة:

- منخفض التكاليف.
- متوسط الشفافية.
- مانع جيد لمرور الرطوبة والأكسجين.
- له مقاومة شد معتدلة.
- منخفض في تبلوره.
- عبوته أكثر ليونة.
- حامل كيماوياً.
- متين في درجات الحرارة المنخفضة لذا يستخدم في تغليف الغذاء المجمد وتغليف الفواكه والخضروات والمحاصيل وذلك لخصائص حجز الماء والرطوبة وقلة تكلفته.
- ولكن نظراً لأنه لايعتبر حاجزاً جيداً للغازات لذا فنفاذيته غير كافية لإنتقال CO_2 ,
لذا تعمل بعض الثقوب الصغيرة في الفيلم وهذه الثقوب كافية لمنع تراكم CO_2
كما تمنع تكثف الرطوبة على الفيلم من الداخل والتي قد تكون وسطاً ملائماً لنمو الكائنات الدقيقة والتعفن.
- نقطة تليين الفيلم أقل من غليان الماء لذا لايسهل تعقيمه بالبخار.

ملحوظة:

البولي إيثيلين سواء منخفض الكثافة أو عالي الكثافة غير مناسب في التعبئة العالية الحرارة كما في صلصة الصويا التي تعبأ وتقل على حرارة ١٩٠ ف°.

وعموماً فمستحضرات PE تعتبر أكثر البوليمرات إستخداماً - رخيص - شمعي الملمس - يمكن تحضيره بكثافات مختلفة وبزيادة الكثافة تزداد الصلابة والقوة وزيادة إنتقال الغازات ودرجة التليين (التشويه distortion point). تؤدي الجازولين والزيوت لتشققه - خشن في الحرارة المنخفضة - مقاوم ممتاز للكيماويات - منفذ جيد للهواء

والغازات وقليل النفاذية لبخار الماء - عازل كهربائى جيد - سهل تلوينه - عديم الطعم والرائحة - ينكمش بالحرارة - سهل ثنيه بسهولة حتى - ١٠٠ ف°.

البولى بروبيلين:

سهلة التصنيع، تتميز بالمرونة العالية وعدم تكسرها بالضغط - خشنة جداً - مقاومة للكيمياويات - تعتبر مادة أساسية لإنتاج العديد من أنواع البلاستيك الأخرى اللدن بالحرارة - مانعة للماء - سهلة التشكيل - تستعمل كأغلفة للعديد من مواد العبوات الأخرى كالورق مثلاً - تقبل اللحام الحرارى بسهولة - خاملة مع منتجات اللبان المختلفة - ثابتة مع الإضافات الغذائية الآمنة.

التخلص من فوارغ عبوات التعبئة والتغليف ومخاطرها على البيئة (مشاكل فوارغ عبوات الغذاء)

يستهلك العالم من مواد التعبئة والتغليف حسب إحصائية المعهد الفرنسى للتعبئة والتفريغ عام ٢٠٠٠ حوالى:

٢٥٠ مليون طن: ورق كرتون (١٢٠ مليون طن) - زجاج (٤٠ مليون طن) - بلاستيك (٥٠ مليون طن) - معادن صفيح والمونيوم (٢٠ مليون طن) - خشب (٢٢ مليون طن).

وتعتبر عملية التخلص من هذه العبوات الفارغة من أهم مشكلات العصر، فرغم تعدد الحلول المقترحة لذلك فهذه الحلول إيجابياتها وسلبياتها وتكلفتها العالية خاصة مع الكميات الهائلة من هذه الفوارغ والتي تتمثل فى تكلفة جمعها وفرزها إذا ما أريد أن تتم بصورة سليمة.

وبذا نرى أنه بجانب المواد التعبئة والتغليف من بعض المشاكل الصحية والحسية على ماتحويه من غذاء فلفوارغ مشاكل أخرى فى عملية التخلص منها.

ونشير فيما يلى لبعض وسائل التخلص من العبوات الفارغة والتي منها:

١- إعادة إستخدام العبوات الفارغة (إعادة تدويرها) Recycling.

أ- إعادة إسترجاع الزجاج Bottle recycling.

وتتميز هذه العملية بالتخلص من الزجاج الكسر، وخفض التكلفة نتيجة إستخدام الخامات الأولية مرة أخرى كذلك خفض إستهلاك الطاقة فكيلو الزجاج الكسر

يحتاج ٤٤٨ كيلو سعر بينما كيلو خلطة الزجاج المستخدم لأول مرة حوالى ٥٦٠ كيلو سعر. ولكن قد يواجه إعادة إسترجاع الزجاج صعوبات منها صعوبة تجميع الزجاج الكسر وصعوبة فصل كل لون على حدة مع وجود شوائب بالزجاج الكسر خاصة المواد المعدنية مما يؤثر على إستخدامه ليس هذا فحسب بل أن التركيب الكيماوى للزجاج قد يختلف عن التركيب الكيماوى للزجاج المستخدم لنفس الغرض.

ب- إعادة إسترجاع البلاستيك Plastic recycling

يصعب إسترجاعه (فهو من أكثر الفوارغ تلوثاً للبيئة) وذلك لتعاضد كمية مخلفاته وإختلاف أنواعها التى يصعب فصلها عن بعضها أو تشغيلها مجتمعة مع بعضها إذ أنه فى الحالة الأخيرة تعطى منتجات ضعيفة فى خواصها الميكانيكية محدودة الإستخدام.

ج- إعادة إسترجاع العبوات الورقية: Carton recycling

يصعب إسترجاعها إذ أن إسترجاعها يحتاج لطاقة أكثر من اللازمة لتصنيع نفس كمية الورق من جديد فتحتاج لحوالى ٢٠٠ كجم بترول لتصنيع طن واحد من الورق عن طريق إعادة الإستخدام، بينما تحتاج ١/٣ كمية هذا البترول لتصنيع طن واحد من الورق الجديد.

٢- الحرق من أجل إعادة إستخدام الطاقة Incineration

رغم أن حرق فوارغ العبوات الورقية والخشبية تعطى طاقة حرارية (١٢٠٠ - ٢٢٠٠ كيلو سعر / كجم مخلفات ورقية) يمكن الإستفادة منها فى توليد الكهرباء وإستعمالات أخرى كإمداد الوحدات السكنية والأماكن العامة بالماء الساخن. إلا أن حرق هذه العبوات يؤدى إلى تلوث البيئة بما ينتج عنه من رماد وغازات وعدم وجود وسيلة مضمونة للتخلص من الرماد فهو يحتوى على كثير من المواد السامة التى تتسرب إلى التربة والمياه الجوفية عند دفن هذا الرماد فيها، أما الغازات والكيماويات الناتجة عن حرق مواد التعبئة والتغليف فمنها غازات غير عضوية مثل الأكاسيد الكبريتية، النيتروجينية والأمونيا ومن الغازات العضوية أكاسيد الكربون والهيدروكربونات والألدهيدات كما ثبت تصاعد أبخرة غاز الفوسجين وحمض Hcl نتيجة لحرق PVC وبجانب الغازات العضوية وغير العضوية

حبيبات غير عضوية تتمثل فى أكاسيد معدنية مثل الألمونيوم والسيليكون والبوتاسيوم والكالسيوم والحديد والصوديوم والماغنسيوم.

٣- التمثيل البيولوجى والضوئى Bio ñ and photo ñ degradation

وقد يكون لدفن عبوات الورق الفارغة وبعض أنواع البلاستيك فى التربة دور فى تحليلها إلا أن هذا التحلل يحتاج لفترات طويلة دليل ذلك اوراق البردى التى دفنها الفراعنة فى الرمال يمكننا قراءتها اليوم إلا أن:

أ- أن هناك بعض المواد البلاستيكية يمكن لأشعة الشمس البنفسجية أن تحللها، ويمكن إضافة بعض المواد القابلة للتحلل بالضوء Dedgrading photo additives لإنتاج عبوات تتحلل ضوئياً.

ب- وجد أن إضافة نسبة من نشا الذرة إلى بعض أنواع البلاستيك ساعد فى إستنباط عبوات تتحلل بفعل الكائنات الدقيقة فى الجو Bio ñ degradation plastics.

ج- إستخدام عبوات قابلة للذوبان فى الماء كتلك التى تصنع من خامات أكسيد البولى إيثيل Poly ethyl oxide والبولى فنيل الكحول Poly phenyl alcohol وتستخدم كعبوات صغيرة (أكياس) لتعبئة مساحيق الصابون. ويوضح الجدول (٦٨) تأثير تواجد مواد التعبئة والتغليف على عمليات المعالجة والتخلص من المخلفات.

جدول (٦٨) مقارنة بين طرق معالجة مخلفات مواد التعبئة والتغليف

المعالجة	المادة			
	الورق	البلاستيك	الزجاج	المعدن
الإسترجاع	يسهل إسترجاع الورق آلياً أو يدوياً من المخلفات ويلزم إجراء بعض المعالجات قبل عملية الإسترجاع	لا بد من فرز كل نوع على حدة لإعادة الإستخدام كنسبة من المواد الخام الأصلية بعد التقطيع والغسيل	يستخدم الزجاج المسترجع كبديل جزئى للمواد الخام فى عمليات تصنيع الزجاج	تستخدم المعادن المسترجعة فى عمليات التصنيع بعد المعالجة
المقلب المكشوف	ينتج عن الإحتراق غير الكامل تصاعد الأبخرة مما يسهم فى رفع درجة التلوث	يتسبب إحتراق البلاستيك فى تصاعد الغازات الملوثة للبيئة	يتسبب تركيز أشعة الشمس من خلال قطع الزجاج فى إشعال الحرائق بالمخلفات	لا تشتعل المعادن ولكنها تشغل حيزاً كبيراً فى الموقع

المعالجة	المادة		
	الورق	البلاستيك	الزجاج
			المكشوفة مما يزيد من التأثيرات البيئية السيئة
الردم الصحى	تحدث عمليات تخمر لاهوائى للورق، ويسهم فى توليد الغاز الحيوى الذى يستخدم كمصدر للطاقة وقد تسهم بعض مكونات الورق والأحبار فى زيادة الملوثات بالسوائل الناتجة بالمقالب العمومية	لا تحدث تقريباً عملية تخمر لمعظم مواد البلاستيك إنما تبقى دون تغير	لا تحدث تغيرات للزجاج عند الردم الصحى
الكمر إنتاج سماد عضوى	يمكن أن يتعرض الورق لعمليات التخمر الهوائى (الكمر) مما يسهم فى زيادة كمية السماد الناتج من المخلفات العضوية	لا تحدث عمليات تخمر هوائى للبلاستيك الأمر الذى يتطلب فصلها قبل التخمر	لا بد من فصل الزجاج قبل عمليات التخمر وإستكمال الفصل بعد التخمر إذا ما تطلب الأمر ذلك
الترميد / أو إسترجاع الطاقة	تقدر القيمة الحرارية للورق (بنسبة رطوبة ٢٥٪) بحوالى ١٣ ميجا جول لكل كجم، وقد يسهم عدم إكتمال الحرق فى زيادة نسبة الجزيئات المتصاعدة ويلزم لذلك معالجتها قبل إنطلاقها للحد من التلوث البيئى	تقدر القيمة الحرارية للبلاستيك بحوالى ٢٧ ميجا جول / كجم، ويتسبب إحتراق البلاستيك فى تصاعد غازات ملوثة تحتاج إلى معالجة خاصة	يبقى الزجاج فى الرماد المتخلف من الترميد الذى يتم التخلص منه بالدفن أو يستخدم بدرجة محدودة فى عمليات الرصف كمادة مالئة
			من المفضل أن يتم فصل المعادن مغناطيسياً قبل عملية الترميد

الفصل الثامن عشر

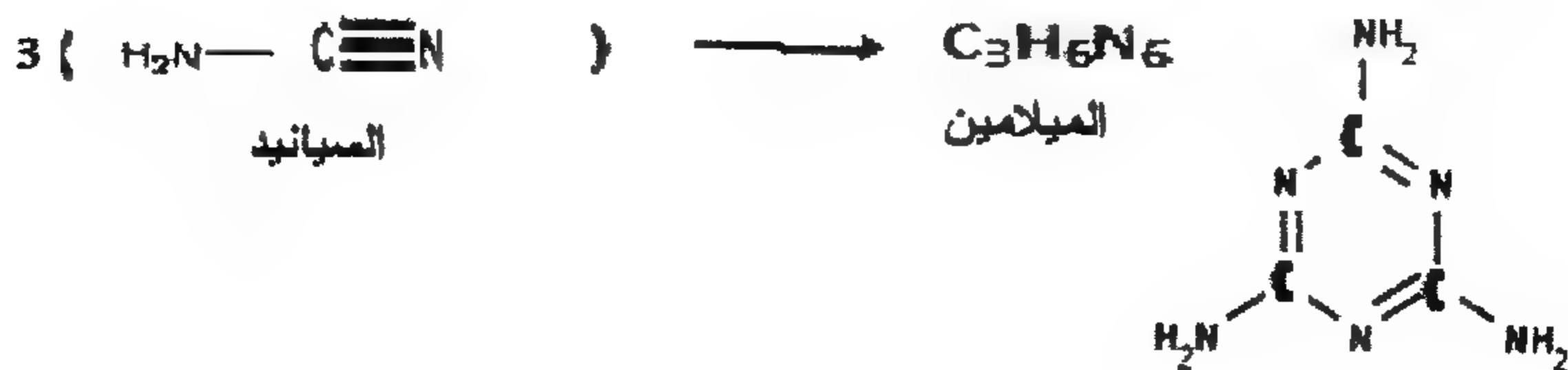
التلوث بالميلامين وبعض مشتقاته

مقدمة:

فى سبتمبر سنة ٢٠٠٨ ظهرت ضجة تشير لحالات غش تقوم بها شركات الألبان الصينية وبعض الشركات العالمية الأخرى. حيث تضيف مادة الميلامين (وهى مادة كيميائية صناعية محظورة الإستخدام فى الأطعمة) إلى مساحيق الألبان، لجنى أرباح طائلة على حساب صحة وأرواح المستهلكين خاصة الأطفال الذين يتعاطون كميات كبيرة من هذه الألبان فهم أكثر عرضة للضرر. هذا ما دفعنى إلى إلقاء الضوء على مادة الميلامين كملوث غذائى.

تركيب الميلامين:

الميلامين مادة عضوية تتكون من ٣ أجزاء من السيناميد trimer cyanamide وكلمة ميلامين كلمة ألمانية تتكون من مقطعين: الأول Melam وهى أحد مشتقات تقطير ثيوسيانات الأمونيوم والمقطع الثانى هى Amine وللميلامين عدة أسماء كيميائية منها 2,4,6 triamine, 1, 3, 5 triazine, Cyanuro triamide, Cyanuro triamine, Cyanuramide



التركيب البنائى للميلامين

كما يطلق لفظ الميلامين ليشير إلى بلاستيك راتنج الميلامين Plastic melamine

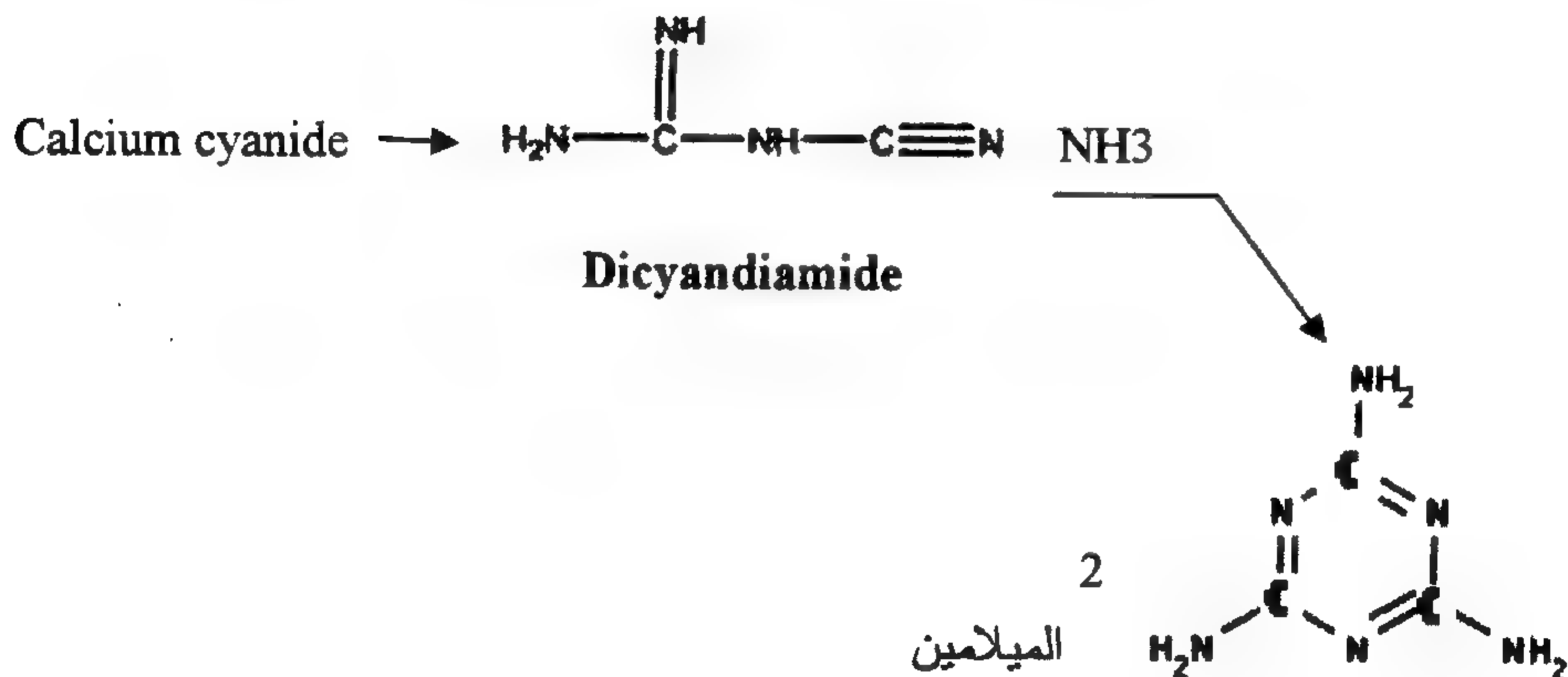
resine

ومن خواصه:

التركيب الجزيئ	الكتلة الجزيئية	المظهر	الكثافة	درجة الإنصهار	درجة الغليان	الذوبان في الماء
C ₃ H ₆ N ₆	١٢٦,١٢ جم/مول	مادة صلبة بيضاء	١,٥٧٤ جم / سم ^٣	٣٥٠ م°	يتسامى	٣,١ جم / لتر على ٢٠ م°

تحضيره:

حضر لأول مرة عام ١٨٣٤ بتحويل سيانيد الكالسيوم إلى مركب ثنائى السيانيد ثنائى الأميد Dicyandiamide وتسخين ثنائى السيانيد ثنائى الميد فى أمونيا سائلة تحت ضغط على حرارة ٢٠٠ - ٣٠٠ م°.



ويحضر حالياً فى معظم المصانع من اليوريا



ويحدث التفاعل على خطوتين:

الأولى: تحلل اليوريا إلى حمض السيانيك Cyanic acid وأمونيا



والثانية: يحدث بلمرة لحمض السيانيك حيث يتحول إلى الميلامين وتكوين ثاني أكسيد الكربون

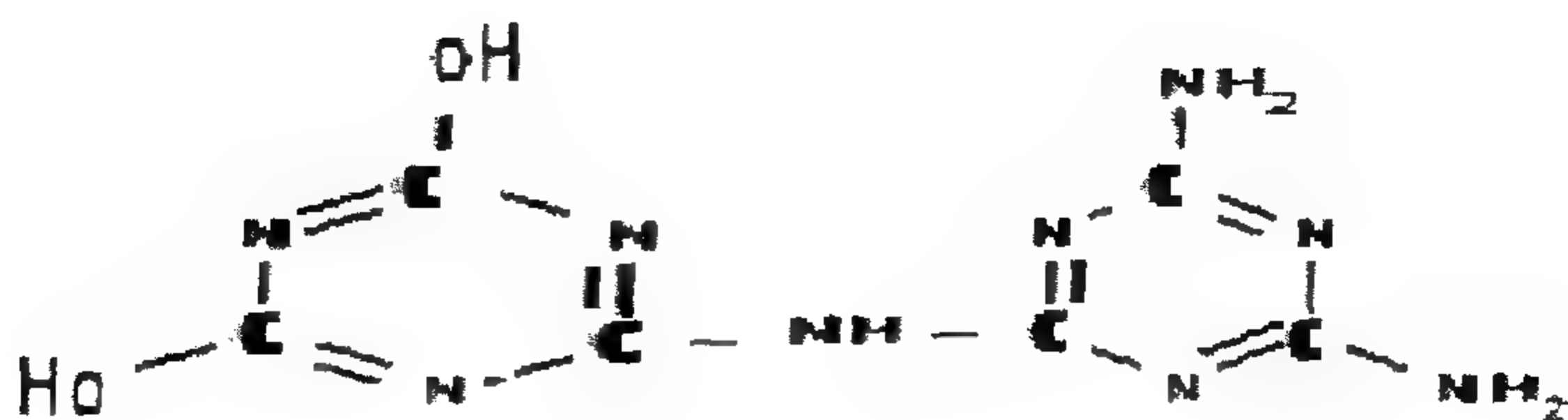


وينتج عن تبلور الميلامين وغسله كميات ملموسة من مياه الغسيل الملوثة بالميلامين والتي تلوث البيئة إذا صرفت إليها مباشرة، لذا يستحسن تركيز هذه المياه وذلك لسهولة التخلص منها ويلاحظ أن كل ١٠٠ لتر من مياه الغسيل تعطي ١,٥ - ٥ كجم من المادة الصلبة وهذه تحتوى حوالى ٧٠٪ ميلامين، ٢٣٪ Oxytriazines ومواد أخرى. والأمونيا الناتجة تدخل أساساً فى تحضير اليوريا.

الإنتاج:

تعتبر الصين هى المصدر للميلامين، وقد زاد إنتاجه فيها بعد إقامتها مصانع جديدة لإنتاج الأمونيا واليوريا من الفحم المغوز (المحول إلى غاز) Coal gasification وذلك ما بين ١٩٩٠ وبداية ٢٠٠٠ وقد زاد إنتاجها من الميلامين زيادة توصف بالخطيرة Serious surplus عام ٢٠٠٦. وزاد إستهلاكه وإستخداماته المنزلية عام بعد عام بمعدل ١٠٪ سنوياً. ويعتبر مركب Melamine cyanurate من أهم صور الميلامين التى تنتجها الصين والملوث البروتينى المصدر Chinese protein export contamination حيث شاع إستخدامه كأحد المواد الخام فى أغذية الأطفال حيث يضاف إلى هذه الأغذية (غش) بقصد رفع محتواها من البروتين إذ يظهر الأغذية المغشوشة به بأنها أعلا فى محتواها البروتينى والمقدر ببعض الإختبارات السريعة فى صورة نيتروجين كلى.

ومركب Melamine cyanurate يتكون بإرتباط حمض السيانوريك Cyanuric acid مع الميلامين



Cyanuric acid

Melamine

Melamine cyanurate

إستخدامات الميلامين :

صناعة راتنج الميلامين Melamine resin

١- ويتميز راتنج الميلامين بأنه متين مقاوم للحرارة. لذا يستخدم فى صناعة الفيش Countertops والصموغ ومقاومات اللهب والحرائق Flame or fire retardants إذ ينطلق منه غاز النيتروجين عند الحرق ويحضر الراتنج بتفاعل الميلامين مع الفورمالدهيد.

٢- صناعة Melamine polysulfonate الذى يدخل فى صناعة أسمنت مقاوم High resistance cement يتشرب الماء، ويزيد من سيولة الأسمنت وعمله أثناء خلطه وتناوله. كما يعطى أسمنت قليل المسامية ذا قوة تحمل عالية مقاوماً للظروف البيئية القاسية لمدة طويلة Longe life time.

٣- صناعة بعض المبيدات فقد وجد أن مشتقات الميلامين مع الزرنيخ يعتبر مبيداً قوياً لبعض الطفيليات مثل داء المثقبات Typonosomiasis.

٤- صناعة صبغة Pigment yellow 150 وهى مادة ملونة تستخدم فى الأحبار inks والبلاستيكات. ويعتبر الميلامين أحد المكونات الرئيسية لهذه الصبغة.

٥- صناعة بعض الأدوات المنزلية Melawares المصنوعة من الميلامين وعبوات الأغذية، وتزيين المنازل. وتعتبر أطباق الميلامين من أخطر أنواع البلاستيك حيث أنها تتفاعل مع الأحماض والمواد الغذائية الساخنة. ونلاحظ تغيراً فى لون الأطباق مع القدم، وهذا يدل على تفاعل جزيئات ميلامين هذه الأطباق مع المادة الغذائية، مما يتسبب عنه العديد من الأمراض التى قد لا تظهر أعراضها إلا بعد سنوات.

٦- إستخدامه كسماد: حاول البعض فى خمسينات القرن الماضى وستيناته إستخدام الميلايين كسماد، نظراً لإرتفاع محتواه من النيتروجين (٦٦٪)، ولكن وجد أن تحلله فى التربة ببطئ جداً مما يستحيل معه إستخدامه كسماد.

٧- إستخدامه فى تغذية الحيوانات: بإعتباره كمادة أزوتية غير بروتينية. وقد أثبتت الدراسات أنه غير مقبول كمصدر غير بروتينى للمجترات، نظراً لبطء وعدم إكتمال تحلله فى الكرش إذا ما قورن ذلك بمصادر نيتروجينية أخرى مثل اليوريا وكسب بذرة القطن.

٨- إستخدامه فى المنتجات الغذائية: قد يضيفه البعض. وهو أمر غير شرعى Illegal فى بعض المنتجات الغذائية كنوع من الغش لزيادة محتواها الظاهرى من البروتين.

مصادره فى الغذاء:

قد يضاف عمداً (نوع من الغش) فى علائق الحيوانات المدللة Pet والأسماك وحيوانات المزرعة، ومسحوق الألبان وفى إنتاج منتجات للإستهلاك الأدمى ليظهر هذه المنتجات بمحتوى عالٍ من البروتين ومما يشجع ذلك لونه الأبيض وعدم وجود رائحة له، وصعوبة الكشف عنه. فقد ذكرت منظمة الغذاء والأدوية FDA ٢٠٠٨ وجود حبيبات بيضاء من مادة الميلايين فى علائق الحيوانات الأليفة وذلك مع حبيبات جلوتين القمح المستورد من الصين وفى طعام السمك وحيوانات المزرعة.

كما قد يوجد الميلايين عرضاً كناتج تمثيلى فى جسم الحيوانات ومنتجاتها عند إعطائها عليقة ملوثة بمركب (مبيد) Cyromazine. كما قد يتحول هذا المبيد فى النبات إلى مادة الميلايين.

وفى أكتوبر ٢٠٠٨ أشير إلى وجود بيض ملوث بمادة الميلايين، وتصل نسبة الميلايين فيه إلى ضعف المعدل المسموح به. وعزى ذلك إلى تلوث العلف المعطى لهذه الطيور بهذه المادة.

ونظراً لأن راتنجات الميلايين تدخل فى مواد التغليف والتعبئة وأدوات المائدة فإن جزء / مليون قد وجد فى بعض الأغذية والمشروبات المعبأة فى هذه العبوات نتيجة هجرة الميلايين من العبوات المحتوية على الغذاء.

سمية الميلامين:

الميلامين ومشتقاته مواد ضارة بالإنسان. وتختلف درجة السمية LD_{50} تبعاً لنوعية المشتقات وطريقة إعطائها سواء عن طريق المعدة أو الإستنشاق كما يظهر من الجدول (٦٩).

جدول (٦٩) LD_{50} للفئران من مشتقات الميلامين (جم / كجم):

الميلامين ومشتقاته			طريقة التعاطي
ميلامين Melamine	حمض السيانوريك Cyanuric acid	سيانورات الميلامين Melamine cyanurate	
٧,٧	٦	٤,١	داخل المعدة
٤,٣	٣,٤	٣,٥	الإستنشاق

ويتضح من ذلك ان الميلامين نفسة أقل ضرراً من مشتقاته إلا أن هذه المركبات ضارة عند ابتلاعها أو إستنشاقها أو إمتصاصها خلال الجلد فتسبب:

أ- سمية حادة Acute: عند إستنشاقها تتمثل في تهيج الجلد والعين والجهاز التنفسي، تقدر الجرعة D_{50} Dermal (الجرعة التي تسبب تهيج جلد ٥٠٪ من الحيوانات في الأرانب كانت أكثر من جم / كجم).

ب- سمية مزمنة Chronic: تتمثل في السرطان وعدم القدرة علي الإنجاب reproductive وفشل كلوي. فعند إمتصاص الميلامين وحمض السيانوريك في مجري الدم فإنها تتركز وتتفاعل في الأنابيب البولية الدقيقة renal microtubules مكونة مادة سيانورات الميلامين Melamine cyanurate التي تتبلور وتكون عدداً كبيراً من بللورات مستديرة صفراء (حصوات Stones) تسد وتتلف الخلايا البولية renal cells التي تبطن الأنابيب البولية مسببة أضراراً للكلية malfunction فهذه البللورات لا تذوب بسهولة وتطرد ببطء وقد لا تخرج مما يسبب تسمماً مزماً قد يؤدي لسرطان المثانة. وفي السمية المزمنة يشعر المصاب بالآلام وصعوبة في التبول، وإنتفاخ في الكلى، وإخيراً فشل الكلى مما قد يتطلب عملية الغسيل dialysis وإلا أدى ذلك الفشل الي الموت. وفي عملية الغسيل هذه dialysis أو blood washing يتم ترشيح دم المصاب بجهاز خاص وإعادة الدم الي الجسم

وتستغرق هذه العملية حوالي (٤) ساعات وتكرر كل ٣ أيام طول حياة المريض وتتطلب هذه العملية إدخال قسطرة في ذراع المريض Sub dialysis catheter.

التشريعات الخاصة بالميلامين ومشتقاته:

رغم أن الجرعة المسببة لتهيج الجلد والجهاز التنفسي في حيوانات التجارب هي ١ جم / كجم وأن LD₅₀ لهذه الحيوانات من الميلامين هي ٣ جم / كجم. ورغم ارتفاع هذه الجرعات فإن ذلك لا يعطي مبرراً لتلوث الأغذية به. وإختلفت الدول والهيئات بالحدود المسموح بها من هذه المواد في الغذاء. فبعض الدول تحرم وجود أي آثار O.tolerance من هذه المواد في الغذاء وتري كثير من دول أوروبا إعدام المنتجات الغذائية التي تحتوي أكثر من ٢,٥ مجم / كجم غذاء وتبيح منظمة الاغذية والدواء ٢,٥ مجم / كجم غذاء كحد آمن للبالغين ويقل عن ذلك للأطفال. وتشترط هذه المنظمة أن يكون التلوث الحادث عرضياً وليس عمداً. أما خبراء التغذية فيرون أن هذه التشريعات قد تعطي إنطباعاً للمستهلك بالتغاضي عن التلوث بهذه المواد، لذا فهم يرون ضرورة أن يكون الغذاء خالياً من أي آثار من الميلامين ومشتقاته.

الكشف عن الميلامين وحمض السيانونيك

حتى ٢٠٠٧ لم يكن الكشف عن الميلامين ومشتقاته في العلائق والأغذية عملية روتينية، وكان يكشف عنه فقط في البلاستيكات والمبيدات إعتقاداً بقلة سميته وزيادة تكلفه الكشف.

الجزء الرابع

مواد ضارة متنوعة

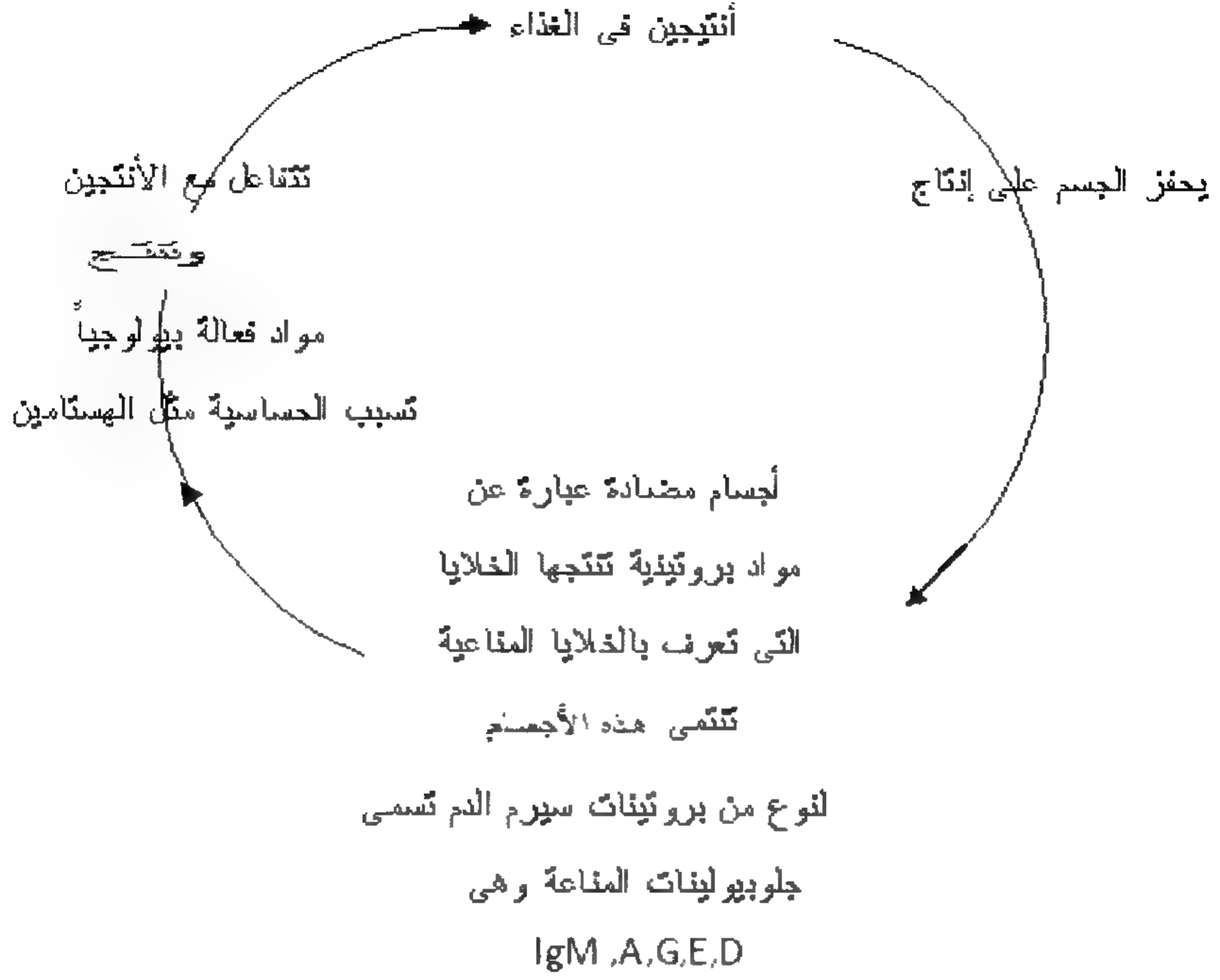
بجانب الملوثات العارضة السابقة قد تحتوى بعض الأغذية ومنها اللبن مكونات طبيعية أو تتكون بها أثناء التصنيع تسبب أضرار صحية للإنسان كما قد تضاف للغذاء مواد بقصد إطالة مدة حفظه أو تحسين بعض خواصه وهذه المواد قد تكون ضارة بصحة الإنسان ونشير فيما يلى لأهم هذه المواد خاصة فى اللبن ومنتجاته .

الفصل التاسع عشر

مواد طبيعية باللبن تسبب متاعب صحية (حساسية) لبعض الأفراد

الحساسية Allergy :

هى كلمة عامة تصف مجموعة من الأمراض تحدث نتيجة تفاعل غير عادى بجسم الإنسان مع مادة غريبة عنه. فعند تعرض الإنسان لأى مادة غريبة (أنتيجين)، فإن هذه المادة تحفز الجسم إلى حدوث رد فعل مناعى (وقائى) وذلك بإنتاج أجسام مضادة تتصدى لهذه المادة الغريبة بالتفاعل معها (المادة الغريبة) وإبطال مفعولها وينتج عن هذا التفاعل مواد بيولوجية تسبب الحساسية.



وتنقسم المواد الغريبة التي يتعرض لها الجسم إلى:

أ- مسببات حساسية Allergens: وهي نوع من الأجسام الغريبة (دواء - غذاء - حبوب لقاح) غير ضارة لمعظم فئات البشر (عدا الحساسين لها) بمعنى أن أجسام بعض الأشخاص تستقبلها على أنها مادة خطيرة، بينما تتجاهلها أجسام أشخاص آخرين (غير الحساسين لها).

ب- مواد غريبة أخرى: وهي ضارة لكل البشر مثل البكتيريا والفيروس. ويقدر عدد الذين يعانون من أمراض الحساسية ١٠٪ من عدد سكان العالم نصفهم تقريباً (٥٪) يعانون من حساسية الغذاء وترتفع هذه النسبة عند الأطفال.

الحساسية الغذائية Food allergy (الحساسية المتولدة عن الغذاء)

عبارة عن تفاعل أحد مكونات الغذاء (أنتيجين أو أليرجين) مع جلوبيولينات المناعة (الأجسام المضادة) في الجسم مع إفراز مواد فعالة بيولوجياً (مثل الهستامين) تؤدي إلى ظهور أعراض الحساسية.

تعريف الأنتيجينات Antigens (المستضدات أو مولدات المناعة Immunogens)

هي عبارة عن مواد عضوية كبيرة الوزن الجزيئي، معقدة التركيب، إما بروتينات أو معقد من الليبيدات والسكريات العديدة والبروتين أو الأحماض النووية. وتعتبر الأنتيجينات مواد غريبة عن الجسم تحفز الجسم عن طريق الحقن و/ أو الفم إلى إنتاج أجسام مضادة.

ويمكن تقسيم الأنتيجينات إلى:

أ- أنتيجينات كاملة Complete antigen: وهي المواد التي ينشأ عنها عند دخولها الجسم مباشرة الحث على إنتاج الأجسام المضادة، والتي لها القدرة على التفاعل معها سواء داخل الجسم أو خارجه. والأنتيجينات الكاملة تشمل البروتينات الغريبة والبكتريا ومشتقاتها. وهذا لايعنى أن كل البروتينات ذات خواص أنتيجينية فالجلاطين مثلاً غير أنتيجيني إذ ينقصه بعض الأحماض الأمينية مثل التربتوفان والثيروسين التي تكسب البروتين خواص أنتيجينية.

ب- أنتيجينات جزئية (ناقصة) Partial antigen أو غير كاملة Incomplete antigen: وتعرف أحياناً بأسم Haptenes وهذه عند دخولها الجسم لاينتج عنها أجسام مضادة إلا إذا إرتبطت بمواد أخرى (بروتينات) ومن أمثلة هذه الأنتيجينات غير الكاملة بعض التوكسينات.

تعريف الأجسام المضادة Antibodies

هي جزيئات بروتينية موجودة بمصل الدم تنتجها الخلايا المناعية Immunity cells (أى الخلايا المولدة للأجسام المضادة) ولهذه الأجسام المضادة القدرة على الإرتباط بالأنتيجين عن طريق مجموعة من مراكز التفاعل حيث تدمص أحدهما على سطح الأخرى، ولكل أنتيجين جسم مضاد خاص به وتتكون الأجسام المضادة إستجابة لدخول الأنتيجينات إلى الجسم كدخول الجراثيم أو أى جسم غريب. ويمكن إنتاج الأجسام المضادة صناعياً بحقن حيوانات التجارب بالأنتيجينات. ويلاحظ أن معظم الأنتيجينات عند دخولها الجسم فإنها تحفز الجهاز المناعى (كرات الدم البيضاء - العقد الليمفاوية - نخاع العظام - الطحال) على إنتاج الأجسام المضادة وهي بروتينات تنتمى إلى

بروتينات سيرم المصل وتسمى جلوبيولين Globulin، ولذا تعرف الأجسام المضادة بأسم جلوبيولينات المناعة Immunoglobulins ويتولد في المصل خمسة أنواع وتوجد الأنواع الخمسة في جميع الأفراد العاديين لكن بكميات مختلفة. كما تختلف هذه الجلوبيولينات عن بعضها في تركيبها وعملها (جدول ٧٠).

جدول (٧٠) جلوبيولينات المناعة وبعض خواصها

الجلوبيولين	IgG	IgM	IgA	IgD	IgE
الخواص					
نسبة من المجموع	%٧٠	%٦	%١٠	%١	%٠,٠٠٢
وزن الجزيئ (دالتون)	١٥٠ ألف	٩٠٠ ألف	١٦٠ ألف	١٨٠ ألف	١٨٥ ألف
بعض الخواص		أكبرها حجماً	توجد أيضاً في إفرازات الجسم دموع - لعاب - بول - سرسوب	ينظم تكوين جلوبيولينات المناعة الأخرى	يسبب الحساسية عند إتحاده بالأنتيجين

ميكانيكية حدوث الحساسية الغذائية:

- ١- عند تناول الغذاء (الأنتيجين) فإنه يتعرض لأنزيمات الجهاز الهضمي ويحدث تحلل للأنتيجين قبل الوصول إلى الغشاء المخاطي للأمعاء.
- ٢- في حالة حدوث أى خلل في عملية الهضم أو عدم كفاءة الإنزيمات الهاضمة فإن الغذاء (الأنتيجين) يتجه إلى الغشاء المخاطي الذي يمتلك جهازاً مناعياً يحجز هذه المواد (الأنتيجين) ويمنع وصولها إلى الدم.
- ٣- في حالة ضعف الجهاز المناعي وزيادة نفاذية الغشاء المخاطي يصل الأنتيجين إلى الدم والأنسجة، ويبدأ الجسم في إنتاج الأجسام المضادة التي تتفاعل مع الجين وينتهي مفعوله.
- ٤- وبتكرار نفس الغذاء (الأنتيجين) يبدأ الجسم في تكوين الأجسام المضادة المناسبة للشفرة المخزنة لديه، ويحدث التفاعل بين الأنتيجين (الغذاء) والجسم المضاد وتظهر أعراض الحساسية.

الغذاء (الأنتيجين) أنزيمات الجهاز الهضمي
يتحلل الأنتيجين (الغذاء) قبل الوصول إلى
الغشاء المخاطي للأمعاء

عند وجود خلل في الهضم

يصل الأنتيجين إلى الغشاء المخاطي يمتلك الغشاء المخاطي
جهازاً مناعياً يحجز الأنتيجين
ويمنع وصوله للدم

عند ضعف الجهاز المناعي

يصل الأنتيجين إلى الدم والأنسجة — ويبدأ الجسم في إنتاج أجسام مضادة تتفاعل مع
الأنتيجين وينتهي مفعوله ولكن بتكرار نفس الغذاء يبدأ الجسم في تكوين الأجسام المضادة
المناسبة للشفرة المخزنة لديه ويحدث التفاعل بين الأنتيجين (الغذاء) والجسم المضاد
وتظهر أعراض الحساسية.

أعراض الحساسية الغذائية:

للحساسية الغذائية أعراض متعددة وتظهر في مناطق مختلفة من الجسم. ويعتبر
الجلد والقناة التنفسية خاصة إتهاب الأغشية المخاطية من الأعراض الشائعة الحدوث
في الحساسية الغذائية، وخصوصاً عند الأطفال. وقليلاً ما تتأثر القناة الهضمية، ونادراً
ما يصاب الجهاز البولي والتناسلي أو الجهاز الدوري. ومن النادر أن تحدث الوفاة
بسبب الحساسية المتولدة عن الغذاء.

أنواع الحساسية الغذائية:

يمكن تقسيم الحساسية الغذائية إلى:

- | | |
|---|---|
| <p>من حيث سرعة حدوثها</p> <ul style="list-style-type: none"> - حساسية مبكرة
Early hypersensitivity - حساسية متأخرة
Delayed hypersensitivity | <p>من حيث إستجابة جهاز المناعة لها</p> <ul style="list-style-type: none"> - إستجابة مناعية Immunological response وتسمى حساسية
غذائية حقيقية True food allergy - إستجابة غير مناعية Non Immunological response وتسمى
حساسية غذائية غير حقيقية |
|---|---|

أنواع الحساسية الغذائية من حيث سرعة حدوثها

وقت ظهورها	حساسية مبكرة	حساسية متأخرة
تظهر بعد تناول كميات قليلة من الغذاء (سمك) وذلك بعد عدة دقائق: ساعات وتستمر لفترة قصيرة.	تظهر بعد تناول كميا كبيرة من الغذاء (البن) بعد ساعات على الأقل ٢٤ ساعة: عدة أيام وتستمر الأعراض عدة أيام.	
سببها وإنتاج	إتحاد IgE مع الأليرجين (الأنتيجين) وإنتاج هستامين وسبروتونين تسبب ظهور الأعراض. إذ يقوم الهستامين بالعمل على إنقباض عضلات الشعب الهوائية ويسبب ضيقها وفي نفس الوقت يقوم بتوسيع الأوعية الدموية مما يؤدي إلى خفض ضغط الدم وكذلك يعمل على زيادة الإفرازات المخاطية.	إتحاد خلايا لمف T (T- cell) (وليس البروتين المناعى IgE) والتي تعمل كأجسام مضادة مع الأليرجين (الأنتيجين) وهو هنا عبارة عن مركبات خلوية من الليبيدات والليوبروتين (ويحدث تحلل للخلايا الحساسة مع إفراز مادة الليمفوكين الذائبة Lymphokine).
أعراضها	قيء - إسهال - عطف - سعال - رشح - التهابات جلدية وتزول بعد زوال السبب.	متنوعة يمكن أن تحدث في كل أجزاء الجسم: دوخة - قيء - إسهال - آلام في البطن - أورام مائية في الفم والحنجرة - أرتكاليا - إكزيما الجلد.
التعرف عليها	سهل بإختبارات الحساسية على الجلد وعادة ما يصاحبها إرتفاع في كمية الأجسام المضادة بالدم.	صعب لا يمكن عن طريق إختبارات حساسية الجلد - لانسبب زيادة في معدل الأجسام المضادة في الدم عند ظهور الأعراض عن المعدل الطبيعي.

تقسيم الحساسية الغذائية من حيث إستجابة الجهاز المناعي

إستجابة مناعية Immunological response وتسمى حساسية غذائية حقيقية True food allergy	إستجابة غير مناعية Non Immunological response وتسمى حساسية غذائية غير حقيقية
وتحدث بتفاعل المواد المولدة للحساسية والموجودة بالغذاء (غالباً بروتينات) مع الأجسام المضادة IgE (جلوبيولينات المناعة IgE).	وهي تحدث دون تدخل الجهاز المناعي أى دون IgE أى دون تفاعل مكونات الغذاء مع الأجسام المضادة

إستجابة غير مناعية Non Immunological response وتسمى حساسية غذائية غير حقيقية	إستجابة مناعية Immunological response وتسمى حساسية غذائية حقيقية True food allergy
والأغذية المسببة لها أغذية غير بروتينية. وتحدث الحساسية منها (الأعراض) نتيجة خلل في تمثيل هذه الأغذية أو عدم تحمل الجسم لهذه الأغذية Food intolerance. مثل عدم تحمل بعض الأشخاص لللاكتوز Lactose intolerance لعدم أو قلة نشاط إنزيم اللاكتينيز لديهم.	وتتميز البروتينات المولدة للحساسية الحقيقية بأنها عبارة عن مواد جليكوبروتينية Glycoproteins ذائبة في الماء. وزنها الجزيئي ١٠ آلاف: ٧٠ ألف، مقاومة لعمليات الهضم لذا يصعب تغيير خواصها الأنتيجينية. كما أنها تحتفظ بقدرتها على توليد الحساسية خلال تفاعلات تصنيع الأغذية ومنها في اللبن بروتينات اللبن (الكازين وبروتينات الشرش)

مما سبق يتضح أن اللبن البقري مخلوط معقد يحتوى مواد مولدة للحساسية الحقيقية وغير الحقيقية لدى بعض الأفراد. الأولى (الحقيقية): ويمثلها بروتينات اللبن، والثانية (غير الحقيقية): ويمثلها عدم تحمل اللاكتوز.

الحساسية لبروتينات اللبن (الحساسية الحقيقية)

قد أظهرت الدراسات أن الصفات المميزة للبروتينات المولدة للحساسية في الأغذية غير واضحة بدرجة كافية ولكن معظمها عبارة عن مواد جليكوبروتينية Glycoproteins ذائبة في الماء، ذات وزن جزيئي ١٠,٠٠٠ - ٧٠,٠٠٠ دالتون، مقاومة للحرارة والحموضة وعمليات الهضم، وغالباً ما تحتفظ بقدرتها على توليد الحساسية خلال معاملات التصنيع الغذائي المختلفة إذ من الصعب تغيير خواصها الأنتيجينية.

ومن المعروف أن بروتينات اللبن الرئيسية تشمل الكازينات (α , β) وبروتينات الشرش (β لاكتوجلوبيولين، α لاكتألبومين). وقد أظهرت الدراسات أن العديد من المواد المولدة للحساسية من اللبن البقري لدى بعض الأفراد توجد في كل من الكازين وبروتينات الشرش خاصة β - lactoglobulin كما أن ألبومين السيرم وجلوبيولينات المناعة من المواد المولدة للحساسية لبعض الأفراد من هذا اللبن.

طرق تقليل الحساسية المتولدة عند بعض الأفراد من بروتينات اللبن:
من المعاملات التي يمكن إستخدامها في اللبن لتقليل أو تثبيط المواد المولدة للحساسية:

١- إستخدام اللبن غير المجنس بدلاً من اللبن المجنس. فقد لوحظ أن اللبن المجنس أكثر قدرة على توليد الحساسية عن اللبن غير المجنس.

٢- إستخدام الزيوت النباتية بدلاً من دهن اللبن في تصنيع الجبن لإنتاج منتجات شبيهة بالجبن ذات قدرة ضعيفة في توليد الحساسية.

٣- إستخدام راشح Premeate اللبن البقري الناتج من الترشيح الفائق Ultra filtration (uf) في منتجات الألبان لهؤلاء المرضى، فهذا الراشح يكون خالياً تقريباً من بروتين ودهن اللبن، مع تدعيم الراشح ببروتينات ودهون ذات قدرة ضعيفة على توليد الحساسية Hyoallergenic يعطى الحد الأدنى من الإحتياجات الغذائية اليومية من اللبن.

٤- التحلل الإنزيمي لبروتينات اللبن: إذ يؤدي هذا التحلل إلى إتلاف البناء الأنتيجيني لجزيئات البروتين، نتيجة تكسير سلسلة الببتيدات العديدة عند مواقع معينة. ويستخدم لذلك عادة مجموعة من الإنزيمات Endoprotease كتلك الموجودة في القناة الهضمية للإنسان مثل الببسين والتربسين والكيমوترپسين خاصة الكيموترپسين. إذ تقوم هذه الإنزيمات بتحطيم بروتينات اللبن إلى ببتيئات ذات وزن جزيئ أقل من ٥٠٠٠ دالتون تقل بدرجة كبيرة من الحساسية.

فقد وجد أن القدرة الأنتيجينية لكل من α ñ lactalbumin, β ñ lactoglobulin تنخفض حوالى الثلث خلال الساعة الأولى من التحلل.

٥- المعاملة الحرارية: يؤدي تغيير طبيعة البروتين بالمعاملة الحرارية إلى إتلاف الكامل للقدرة الأنتيجينية، فقد وجد أن المعاملة الحرارية في عمليات التصنيع الغذائى تلتف القدرة الأنتيجينية لكل من ألبومين السيرم وجلوبوليئات المناعة، ولكنها غير كافية لإتلاف القدرة الأنتيجينية بالنسبة للكازين وكل من ألفا لاكتألبومين وبيتا لاكتوجلوبوليئين، فقد وجد أن الكازينات يمكنها أن تحتفظ بقدرتها على توليد الحساسية بالتسخين إلى ١٢٠ م° / ١٥ د أما ألفا لاكتألبومين وبيتا لاكتوجلوبوليئين فتحتفظ بهذه القدرة حتى بالتسخين إلى ١٠٠ م°.

٦- التأثير المشترك للمعاملة الحرارية والتحلل الأنزيمي لبروتينات اللبن. ويلاحظ أنه قد يؤخذ على التحلل الإنزيمي عدم إستساغة طعم الناتج (مرارة وطعم غير مرغوب) لذا يجب تجنب زيادة التحلل أكثر من اللازم بقصد إتلاف المواد المسببة للحساسية، ويمكن أن يتحقق ذلك بتعديل النظام الإنزيمي بإستخدام إنزيمات محمولة Immobilized enzymes مع إزالة المواد المولدة للحساسية بالترشيح الفائق (uf) وقد يؤخذ على المعاملة الحرارية خفض القيمة الغذائية لتكوين مركب مابين اللاكتوز والليسين، كما أنه قد يصعب إسترجاع (إعادة ذوبان) الشرش في الأغذية التي يكون فيها الشرش مكوناً أساسياً. وعموماً يفضل في المعاملة الحرارية التسخين لحرارة عالية UHT عن التسخين لحرارة أقل لفترة طويلة.

٧- إستخدام التبادل الأيوني الكروماتوجرافى: فقد أمكن بهذه الطريقة إستخلاص البيتا جلوبيولين البروتين الأساسى المولد للحساسية.

٨- التعديل الكيماوى للبيتا لاكتوجلوبولين: عن طريق إرتباطه بمستويات من حمض الإستياريك (٦,٥ مول من حمض الأستياريك لكل مول من الليسين الموجود فى البيتا لاكتوجلوبين) فقد أدت المعاملة إلى خفض قدرة هذا البروتين على توليد الحساسية.

٩- زيادة تركيز الكالسيوم: فقد أمكن بإستخدام التأثير المشترك للمعاملة الحرارية ودرجات مختلفة من pH وتركيزات مختلفة من الكالسيوم خفض قدرة بروتينات الشرش على توليد الحساسية إلى ٠,١٪ من القيمة الأولية.

١٠- التخمر فيساعد على خفض الحساسية تجاه البروتينات نظراً لهدمه جزئياً.

عدم تحمل اللاكتوز (الحساسية غير الحقيقية) Lactose intolerance

اللاكتوز (سكر اللبن) سكر ثنائى من الجلوكوز والجالاكتوز. وهو السكر الرئيسى الموجود طبيعياً باللبن والمنتجات اللبنية. يوضح الجدول (٧١) محتوى بعض منتجات الألبان من اللاكتوز.

جدول (٧١) محتوى بعض منتجات الألبان من اللاكتوز

المنتج	% اللاكتوز	المنتج	% اللاكتوز	المنتج	% اللاكتوز
لبن كامل	٤,٨	لبن مكثف محلى	١٦	جبين موزيريللا	٣,٦ - ٠,٣٦
لبن ٢% دهن	٥	لبن منخفض اللاكتوز	١,٢	جبين مطبوخ مبستر	٢
لبن ١% دهن	٥,٢	لبن ماعز	٤,٦	جبين كوتاج	١,٥
لبن فرز	٥,٣	لبن أسيدوفلس (فرز)	٤,٥	ريكوتا	١,٥ - ٠,٥
لبن شيكولاته	٤,٨	يوغورت	٤,٥ - ١,٨	أيس كريم	٤
لبن خض	٤,٩	جبين تشدر	٢,٤ - ١,٦	قشدة	٣,٥
لبن مبخر	١١	جبين سويسرى	٢ - ٠,٤		

تمثيل اللاكتوز وظاهرة عدم تحمل اللاكتوز Lactose metabolism and intolerance

يتحلل اللاكتوز فى الأمعاء الدقيقة بفعل إنزيم اللاكتيز β \bar{n} (Lactase) β \bar{n} والذى يفرز من الأغشية المخاطية المبطنة لهذه الأمعاء إلى سكر ياتيه الأحادية جلوكوز وجاللاكتوز والتي تمتص فى الأمعاء الدقيقة لتكون مصدرا للطاقة.

ولكن فى بعض الحالات يتصف بعض الأفراد بعدم تحمل اللاكتوز Lactose intolerance نتيجة لغياب أو نقص إفراز الإنزيم المسئول عن تحلل اللاكتوز β \bar{n} β \bar{n} وفى هذه الحالة يبقى اللاكتوز فى الأمعاء الدقيقة دون تحلل أو إمتصاص، وينتقل ١٪ من اللاكتوز المتبقى بواسطة الإنتشار السلبي إلى مجرى الدم ويفرز فى البول، والمتبقى فى اللفائفى يسبب تأثيراً إسموزياً يؤدي إلى إنتقال الماء والصوديوم إلى تجويف الأمعاء، وينتقل اللاكتوز غير المهضوم إلى الأمعاء الغليظة حيث يتخمر ٦٥ - ١٠٠٪ منه بفعل بكتريا القولون إلى غازات (أيدروجين وثانى أكسيد الكربون والميثان) وأحماض عضوية قصيرة السلسلة يمتص بعضها لمجرى الدم ويفرز فى البول كما يفرز بعضها فى البراز (براز حمضى) وتؤدي هذه التخمرات إلى أعراض معوية تتمثل فى القيئ والتقلصات والغثيان والإنتفاخ والإسهال.

ونتيجة لعدم تحمل اللاكتوز سوف يتجنب الفرد تعاطي الألبان مما يؤدي لقلة إمتصاص الكالسيوم والبوتاسيوم والفوسفور والماغنسيوم وفيتامين B₂, D مما يتبعه لين عظام، إرتفاع ضغط الدم وسرطان القولون.

ويبلغ عدد الأفراد الذين ليس لديهم القدرة على تحمل اللاكتوز بحوالى ٧٠٪ من السكان السود، ١٠٪ من السكان البيض وهذا يدل على أن الخلفية العنصرية Racial والعرقية Ethenic تؤثر على إنتشار حالات سوء هضم اللاكتوز.

وفى الحالات الطبيعية فإن ٧٠٪ من الإنزيم يظهر فى المراحل المتأخرة من تكوين الجنين (٣٥ – ٣٨ أسبوع من الحمل) ورغم أن نشاط الإنزيم يصل لأقصاه بعد الولادة مباشرة فإن جميع الأطفال فى الأشهر الأولى ليس لديهم القدرة على تحلل لاكتوز لبن الأم بصورة كاملة، وبعد الفطام (٣ – ٥ سنوات) ينخفض مستوى الإنزيم.

أنواع نقص اللاكتيز Lactase deficiency

يوجد نوعان من نقص اللاكتيز أحدهما أولى Primary أو خلقى Congental والثانى ثانوى Secondary.

أ- نقص اللاكتيز الأولى (الخلقى) Primary Lactase deficiency

وهو حالة مستديمة نادرة الحدوث يرجع لعوامل وراثية، حيث لا يوجد اللاكتيز بصورة محسوسة منذ الولادة. أو يحدث إنخفاض فى نشاط اللاكتيز فى الطفولة المبكرة وعلى فترات متباعدة بعد الفطام ولا يحدث تحسن فى هذه الحالة خلال فترة الحياة، ورغم إختفاء اللاكتيز فإن مستوى إنزيمات السكريات الثنائية الأخرى تكون طبيعية كما أن الأمعاء الدقيقة تكون طبيعية تشريحياً (هستولوجياً). وقد يحتاج الشخص لنظام غذائى خالٍ من اللاكتوز طول فترة حياته أو إتباع إستراتيجية غذائية ملائمة قد تحتوى أغذية لبنية أحياناً.

ب- نقص اللاكتيز الثانوى Secondary Lactase deficiency

وهو حالة مؤقتة تحدث عند أى عمر نتيجة الحساسية لبروتين اللبن أحياناً أو نتيجة نقص البروتين والطاقة كما هو الحال فى مرض كواشيوركور وغالباً ما يحدث نتيجة عوامل بيئية تضر بالأغشية المخاطية كالإسهال والإصابة ببعض الطفيليات

(مثل الإسكارس) والجراحة المعوية، والمعاملة بالإشعاع وكثرة بعض الأدوية مثل الإسبرين والمضادات الحيوية ومضادات الإلتهابات كل هذه عوامل تساعد على تخمر اللاكتوز في الأمعاء. ويحتاج الشخص إلى الحد أو إستبعاد الأغذية المحتوية على لاكتوز ويكون ذلك مؤقتاً مع تناول منتجات لاكتوز متحلل Lactose hydrolyzed products.

إختبارات عدم تحمل اللاكتوز Lactose intolerance tests

من طرق تشخيص عدم تحمل اللاكتوز:

طرق مباشرة:

وتتمثل في تقدير نشاط اللاكتيز مباشرة في الأمعاء الدقيقة وذلك بأخذ عينة من نسيج الأمعاء. ورغم أن هذه الطريقة تفيد عند الأشخاص الذين يعانون من نقص اللاكتيز الأولى. إلا أنه يعيبها عدم دقتها وإحتياجها لوقت طويل، وقد تكون الإصابة في مساحة صغيرة فقط من الأمعاء وهي التي تسحب منها العينة.

طرق غير مباشرة:

أ- ومنها إستبعاد اللاكتوز (منتجات الألبان) من الغذاء ولكن يعيب هذه الطريقة ماقد يتعرض له الشخص من سوء تغذية.

ب- تقدير حموضة البراز ومحتوياته من السكريات المختزلة، ويحتاج الإختبار إلى وجود اللاكتوز في الغذاء وتوفير عينات براز حديثة.

ج- تقدير الإرتفاع في جلوكوز الدم بعد تعاطي جرعة معينة من اللاكتوز (٥٠ جم)، وسحب عينة من الدم قبل تناول اللاكتوز ثم على فترات ٣٠ - ٦٠ - ٩٠ - ١٢٠ د. والأساس في هذه الطريقة هو أن هضم اللاكتوز في الأمعاء ينشأ عنه جلوكوز حر يمتص بسرعة فيرفع نسبة الجلوكوز في الدم، والذي يسهل قياس مقداره في الدم الوريدي. فالأشخاص ضعاف هضم اللاكتوز Maldigesters يظهر في دمهم كمية من الجلوكوز الحر تقل عن ٢٠ مجم / ١٠٠ مل (دليل عدم وفرة إنزيم اللاكتيز) وبمعنى آخر لا يرتفع جلوكوز الدم عن ٢٠ مجم / ١٠٠ مل عن المستوى القاعدي (قبل تناول اللاكتوز).

د- إختبار الهيدروجين فى هواء الزفير: Breath hydrogen test وهو من أكثر الطرق شيوعاً نظراً لسهولة وإقتصادياته وإمكانية إجرائه على الأطفال والبالغين، كما أن نتائجه ترتبط بدرجة جيدة بنشاط اللاكتيز فى الأغشية المخاطية المبطنه للأمعاء. والأساس فى هذه الطريقة هو أن اللاكتوز الذى لايهضم فى الأمعاء الدقيقة (لنقص إنزيم اللاكتيز) بعد تعاطى جرعة معينة من اللاكتوز، فإن هذا اللاكتوز ينتقل إلى القولون حيث بكتريا التخمر فتخمره وينتج عن التخمر غازات منها غاز الأيدروجين، وينتقل الأيدروجين بطريق الإنتشار إلى مجرى الدم ويخرج مع هواء الزفير، ويقاس حجم الأيدروجين الناتج على فترات ثابتة، ويستخدم عادة جرعة ٥٠ جم لاكتوز للوقوف على ما إذا كان الشخص Lactose Maldigester فهى جرعة كافية. وهذه الجرعة تمثل تقريباً اللاكتوز الموجود فى لتر من اللبن. ويعطى اللاكتوز إما ذائباً فى الماء أو تعطى كمية من اللبن بها هذه الكمية من اللاكتوز، ويكون إعطاء الجرعة بعد ليلة من الصيام للتخلص من بقايا الكربوهيدرات التى توجد بالقولون. وقبل تناول المحلول السكرى تؤخذ عينة من هواء الزفير (كونترول) ثم تؤخذ عينات من هواء الزفير كل ٣٠ د لمدة ٣ - ٥ ساعات، تجمع العينات فى أنابيب إختبار ويتم تقدير الأيدروجين فى هواء الزفير بواسطة الكروماتوجراف الغازى GC، حدوث إرتفاع فى الأيدروجين بمقدار ١٠ - ٢٠ جزء فى المليون عن الكونترول يدل على تخمر الكربوهيدرات غير الممتصة ويكون الإختبار موجباً ودليلاً على سوء هضم اللاكتوز.

وفى هذا الإختبار يجب تجنب تعاطى المضادات الحيوية فهذا يؤدى إلى تثبيط ميكروبات الأمعاء الغليظة التى تقوم بتخمير اللاكتوز مما يؤدى إلى نتائج سلبية كاذبة. كما يجب تجنب التدخين قبل الإختبار فهذا يزيد بسرعة من إنتاج الأيدروجين مما يؤدى إلى نتيجة موجبة كاذبة.

إستراتيجيات غذائية لحالات عدم تحمل اللاكتوز

١- يتحسن هضم اللاكتوز المستهلك فى صورة لبن كامل عن المستهلك فى صورة لبن فرز أو ماء وقد يرجع ذلك إلى أن الدهن يعمل على ببطء تفريغ المعدة، كما أن لبن الشيكولاته أفضل من اللبن العادى وقد يرجع ذلك إلى وجود السكر

والكاكاو اللذين يغيران من معدل إنتقال الغذاء فيبطء من تفريغ المعدة ويقال أن الكاكاو يزيد من نشاط اللاكتيز ويقلل من أعداد البكتيريا المنتجة للغازات. وما يقال عن الكاكاو يقال عن الأغذية الصلبة الأخرى التى يمكن أن تضاف إلى اللبن مثل Corn flakes والموز.

٢- تناول منتجات لبنية منخفضة اللاكتوز مثل الجبن واللبن الناتج من UF (المحتجز) وكذلك الألبان المتخمرة ويرجع إنخفاض اللاكتوز بالجبن إلى الفقد الحادث منه فى الشرش وتخمير الجزء الباقي منه أثناء تسوية الجبن. كما ان فى الألبان المتخمرة يحدث لها هدم ذاتى فى الأمعاء بإنزيم β n galactosidase الذى تنتجه بكتريا *Str. Thermophilus, L. bulgaricus* فى اليوغورت كما أن اليوغورت ينظم حموضة المعدة بما فيه من كازين ولاكتات وفوسفات الكالسيوم مما يسمح للميكروبات ونشاط الإنزيم β n galactosidase بالوصول والعمل فى الإثنى عشر. فقد وجد أن القدرة التنظيمية لليوغورت تعادل ثلاثة اضعاف اللبن الكامل (لما به من جوامد لبن مضافة) وهذه القدرة التنظيمية تحمى الخلايا الميكروبية التى تفرز β n galactosidase من التحلل بحموضة وإنزيمات المعدة.

ملحوظة:

(أ) فى تخمر اليوغورت ينخفض الـ pH إلى ٤,٥ ويتلف إنزيم β n galactosidase على أقل من pH ٣.

(ب) بسترية اليوغورت يؤدى إلى فقد قدرته على تحلل اللاكتوز فى الأمعاء. ولا يوجد أى دليل يوضح ان إضافة الفاكهة أو المواد المحلية والمكسبة للطعم قد تقلل من نشاط β n galactosidase فى اليوغورت المطعم.

(ج) فى لبن الأسيدوفلس *Acidophilus milk* تشير معظم الأبحاث إلى أن ميكروب *L. acidophilus* أقل قدرة على تحلل اللاكتوز من ميكروبات اليوغورت، ويفسر ذلك أن إنزيم β n galactosidase بميكروب *L. acidophilus* إنزيم داخلى *Intracellular enzyme* لاينطلق إلا بعد تمزق الخلايا، كما ان بعض سلالاته غير حساسة للصفراء التى تصب فى الأثنى عشر. وهذا كله يقلل من توافر β n galactosidase وقد يؤدى تمزيق الخلايا بموجات صوتية *Sonication* أو إستخدام سلالات حساسة للصفراء إلى إنطلاق الإنزيم من هذه الخلايا.

١- إستخدام إنزيم β \bar{n} glactosidase حيث يعامل به اللبن أثناء تعبئته أو عند إستهلاكه بالمنزل ويفضل ألا تزيد المدة بين إضافته إلى اللبن وإستهلاكه عن ٢٤ ساعة. ولكن قد يؤخذ على تحلل اللاكتوز في اللبن بإستخدام إنزيم β \bar{n} glactosidase زيادة التكلفة، كما أن السكريات الأحادية (جلوكوز، جالاكتوز) المنطلقة من تحلل اللاكتوز أكثر حلاوة من اللاكتوز، مما قد يغير من طعم اللبن.

٢- أرى أنه سيأتى اليوم عن طريق الهندسة الوراثية الذى نحصل فيه علي حيوانات تنتج لبنا منخفض اللاكتوز وذلك إما عن طريق:

أ- إدخال جين في الغدة اللبنية يساعد علي إفراز إنزيم β \bar{n} glactosidase يقوم بتحليل اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز. إلا أن تكون هذه السكريات الأحادية سوف ترفع من الضغط الإسموزى في تجويف الحويصلة اللبنية، وبالتالي تسحب كمية كبيرة من الماء مما يؤدي لتخفيف تركيز مكونات اللبن الأخرى.

ب- الحذف الجزئى أو الكامل للجين المسئول عن تكوين α \bar{n} lactalbumin إذ أن هذا البروتين يحفز تخليق اللاكتوز لدخول هذا البروتين في تركيب الأنزيم الخاص بذلك Lactose synthetase complex والمسئول عن تخليق اللاكتوز.

الفرق بين أعراض الحساسية لبروتين اللبن وعدم تحمل اللاكتوز

- ١- ينشأ عن الحالتين أعراض معوية (تقلصات - إنتفاخ - غثيان - قيء - إسهال).
- ٢- في الحساسية لبروتين اللبن يظهر بجانب الأعراض المعوية السابقة أعراض إصابة للقناة التنفسية مثل إتهاب الأغشية المخاطية في الأنف وكذا إتهاب الجلد. كما تحدث الحساسية ببروتين اللبن في الأشهر الأولى في الأطفال الذين يرضعون صناعياً، ونادراً ماتحدث في مرحلة المراهقة أى أنهم يفقدون هذه الحساسية بتقدم العمر (عمر ٢ - ٣ سنوات) نتيجة إكمال جهازهم الهضمى والمناعى.
- ٣- في عدم تحمل اللاكتوز تزداد الأعراض بتقدم العمر وقد تبدأ في الظهور في سن ٢ - ٣ سنوات.

الفصل العشرون

بعض المواد الضارة التى قد تتكون فى اللبن ومنتجاته أثناء العمليات التصنيعية والتخزين

تشمل هذه المواد:

- ١- بعض المواد الضارة التى قد تنتج عن اللاكتوز أثناء العمليات التصنيعية والتخزين.
- ٢- بعض المواد الضارة التى قد تنتج عن دهن اللبن أثناء تصنيعه وتخزينه.
- ٣- بعض المواد الضارة التى قد تنتج عن زيادة التحلل البروتينى للجبن.

أولاً: بعض المواد الضارة التى تنتج عن اللاكتوز أثناء العمليات التصنيعية والتخزين.

تشارك كربوهيدرات الغذاء فى كثير من التفاعلات التى تحدث أثناء تصنيع وتخزين الغذاء. وتنقسم هذه التفاعلات إلى تفاعلات إنزيمية وأخرى غير إنزيمية. ومن أهم التفاعلات غير إنزيمية تفاعل ميلارد Millard reaction وتفاعلات الكرملة Carmelization وتكوين مادة الأكريلاميد Acrylamide.

أ- تفاعلات ميلارد Millard reaction

يحدث هذا التفاعل أثناء تعرض المادة الغذائية للحرارة العالية أو التخزين الطويل فى الحرارة العادية دون تدخل الإنزيمات، ويؤدى هذا التفاعل إلى ظهور اللون البنى أو الأسمر الخفيف Browning فى الغذاء ومن أمثلة تلك الأغذية: العصائر والشوربة المعلبة واللحوم والدجاج والسّمك واللبن والمواد المجففة، كما يحدث عند تحميص الخبز والبقول السودانى والبطاطس.

ويحدث هذا التفاعل نتيجة إتحاد حمض أميني مع سكر مختزل يحتوى مجموعة كربونيل:

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$$

(ألدهيد $\text{R} - \text{C} - \text{OH}$ أو كيتون $\text{R} - \text{C} = \text{O}$)، وقد يوجد الحمض الأميني في الغذاء في صورة حرة أو كجزء من البروتين. ووجود السكر المختزل أمر ضروري لحدوث هذا التفاعل، فإذا سخن البروتين النقي وحده دون وجود السكريات المختزلة فإن اللون البنى يكون باهتاً بالنسبة للون الذى يحدث في وجود السكريات، فاللون في الحالة الثانية يعادل قدر اللون في الحالة الأولى ١٢ مرة.

ويعتبر اللبن ومنتجاته مواد حساسة لفعل المعاملات الحرارية نظراً لأنها غنية بالمجموعات الفعالة: مجموعة الألدهيد في اللاكتوز ومجموعة NH_2 في الليسين (E-NH_2) ومجموعة Indolyl في التربتوفان، الأيميازول Imidazole في الهستيدين، الجوانيديدين Guanidine في الأرجنين، مجموعة α amino في البروتينات والأحماض الأمينية الحرة.

ومن أهم مركبات اللبن التى لها أهمية في حدوث هذا التفاعل اللاكتوز والكازين. أما بروتينات السيرم وأملاح الفوسفات فلهما تأثير ضعيف في ذلك. وأهم الأحماض الأمينية الموجودة بالكازين والتي تلعب دوراً كبيراً في هذه التفاعلات هي الليسين (E-NH_2) والأرجنين (Guanidine) والهستيدين (Imidazole) ويعتبر Lysine أهمها، أما الحمضان الآخران فتأثيرهما ثانوى. ويتم التفاعل بين مجموعة الألدهيد في الجلوكوز أو الجالاكتوز الناتج عن تحلل اللاكتوز بالحرارة وبين مجموعة الأمين (E-) في الليسين وتسمى هذه التفاعلات تفاعل ميلارد.

ويتم تفاعل ميلارد في ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى:

فيها يتحلل اللاكتوز بالحرارة إلى سكرياته الأحادية (جلوكوز + جالاكتوز) والتي ترتبط بدورها مع مركب أميني (حمض أميني - بروتين) مع فقد جزئ ماء ليتكون أمين في صورة Schiff base وهو مكون ذو سلسلة مفتوحة يتحول إلى مركب حلقى مقابل Glycosylamine أو Galactosylamine.

المرحلة الثانية:

يحدث إعادة ترتيب غير عكسي للجليكوسيدامين المتكون بتفاعل Amadori reaction ليتكون مركبات تشمل



المرحلة الثالثة:

يحدث تحلل للمركبات اتلسابقة لتعطى نواتج تختلف باختلاف درجة الـ pH التى يحدث عليها التحلل

أ- على pH منخفضة: يتكون مركبات حلقية اهمها Furfurals , Hydroxy furfurals
ب- على pH مرتفعة: يتكون مركبات منها



يحدث للمكونات السابقة عملية بلمرة Polymerization لتعطى صبغات سمراء اللون
Brown pigments تسمى Melanoidin.

لاكتوز ← جلوكوز + جالاكتوز

ترتبط مع مركب أمينى (حمض - بروتين) مع فقد جزئ ماء

أمين فى صورة Schiff base وهو مكون ذو سلسلة مفتوحة يتحول إلى مركب حلقى

Glycosylamine

يحدث له

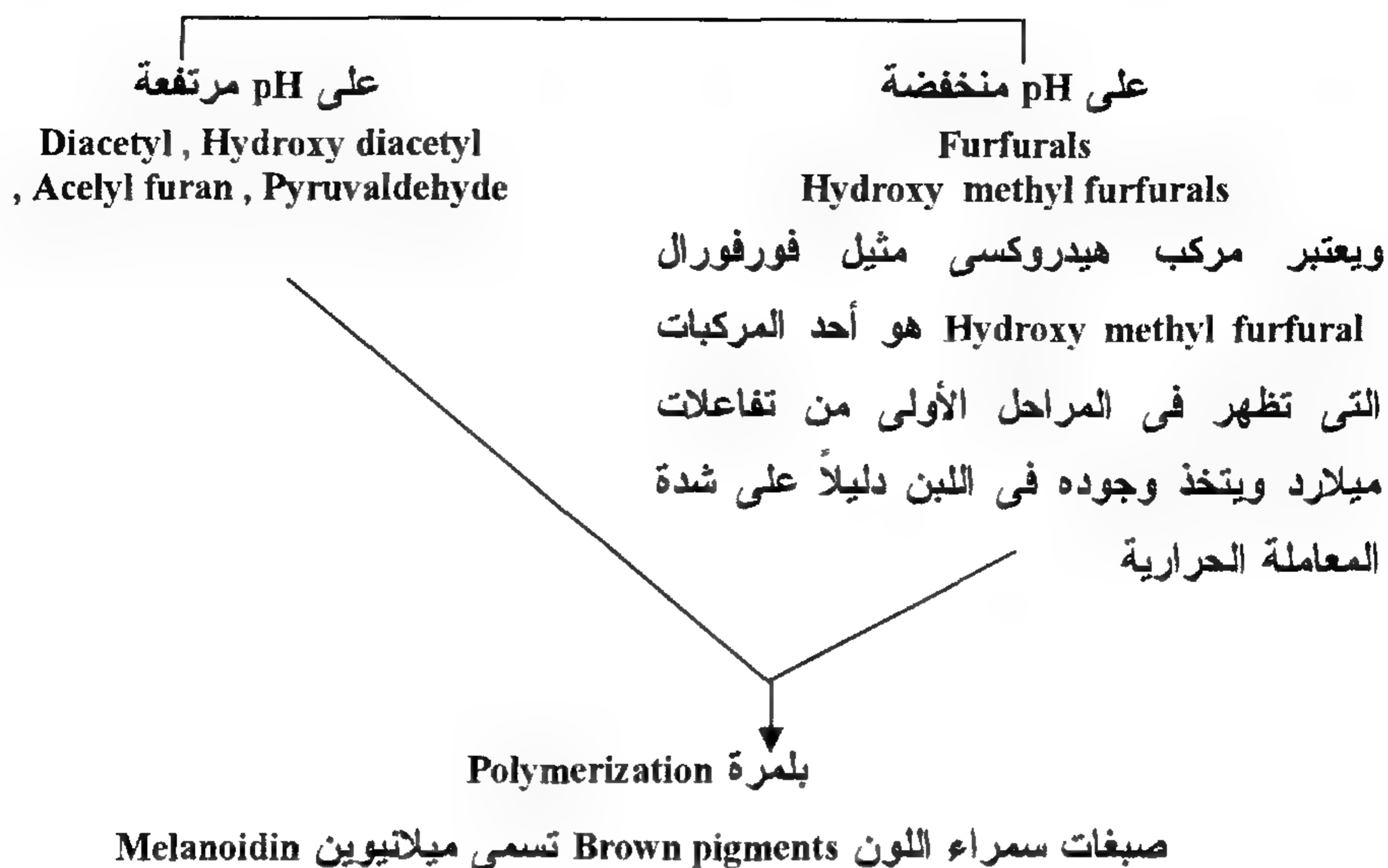
Amadori reaction

وهو عبارة عن إعادة ترتيب غير عكسي للـ Glycosylamine

مركبات تشمل

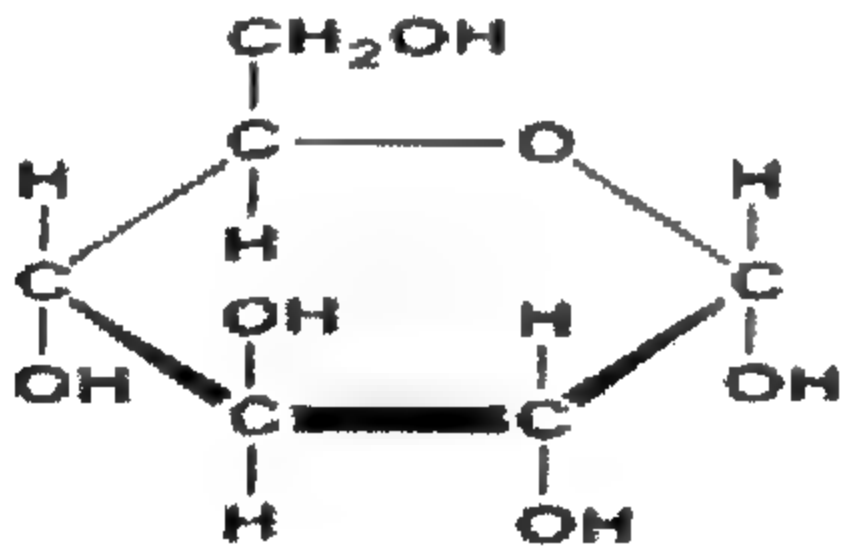
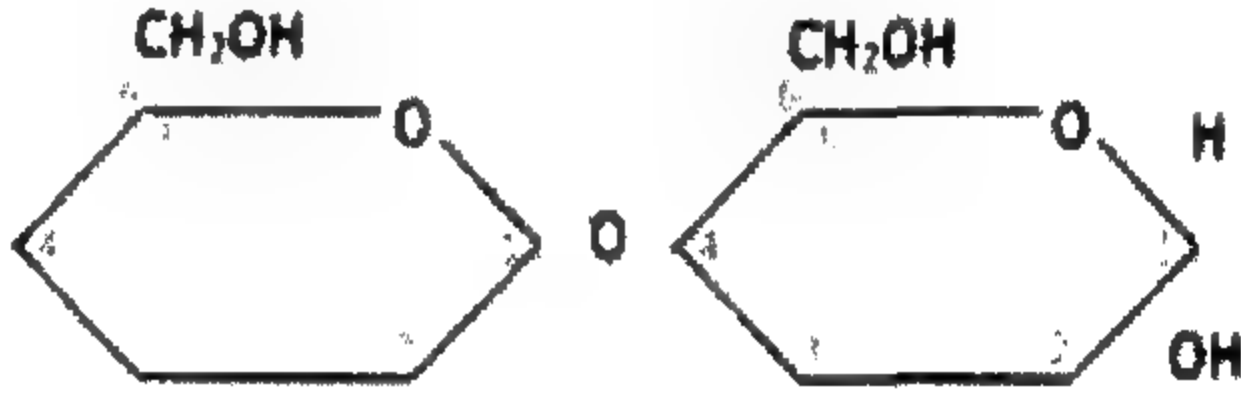
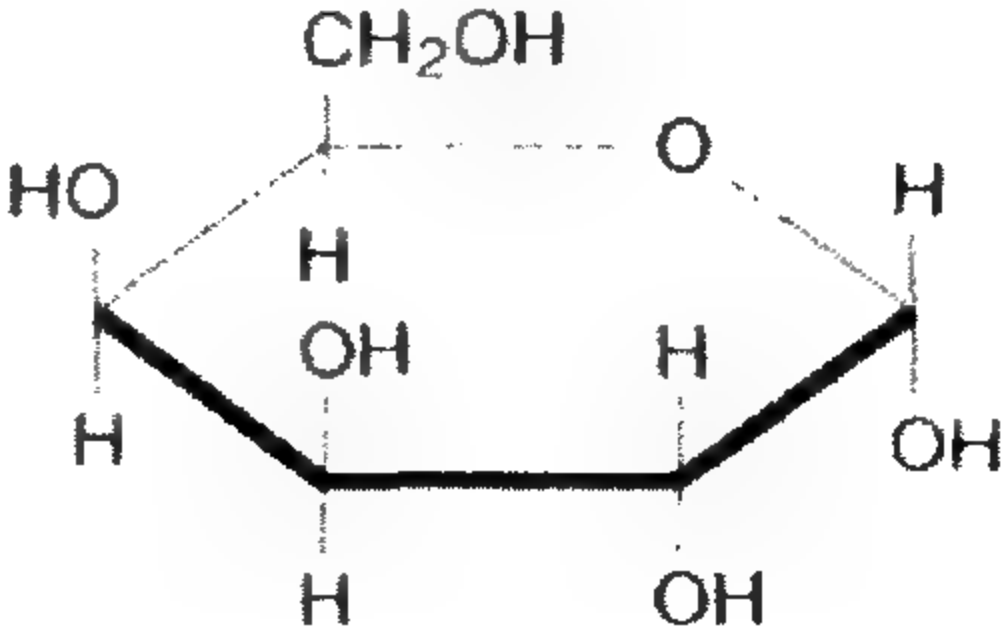


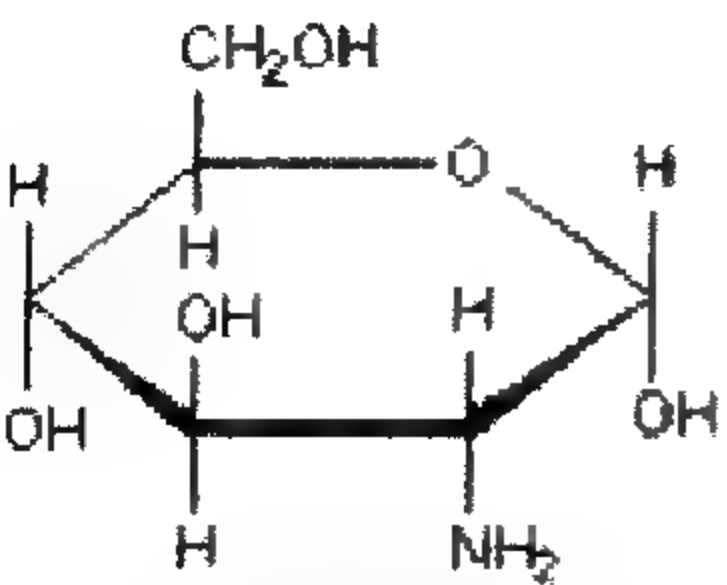
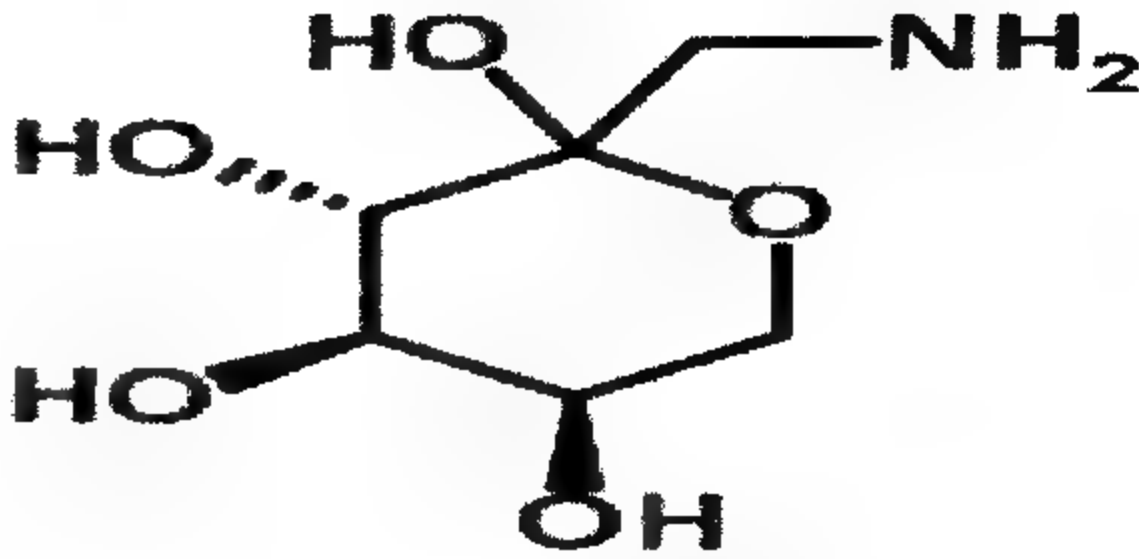
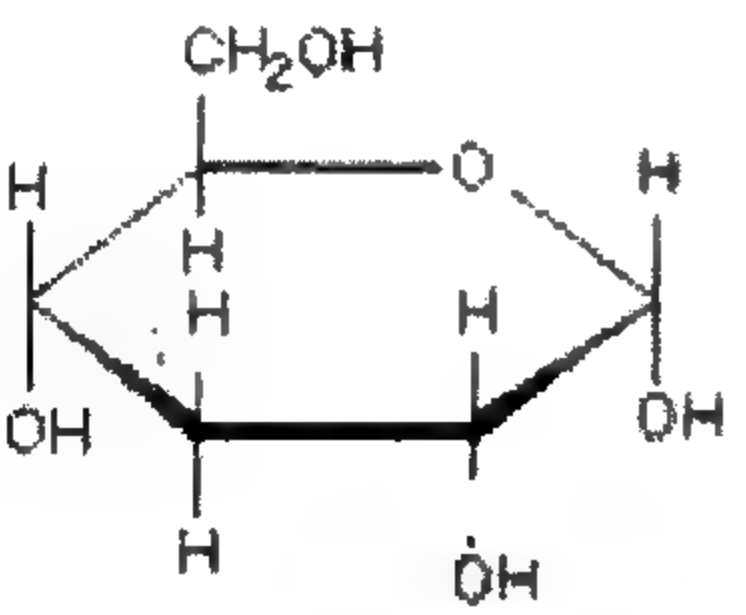
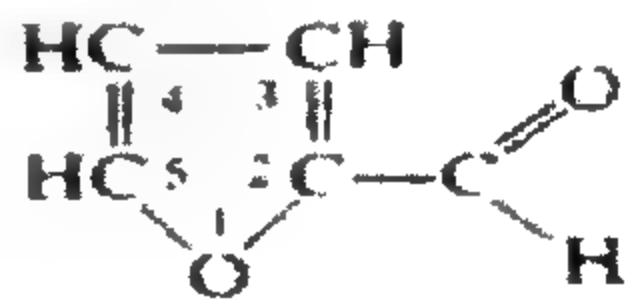
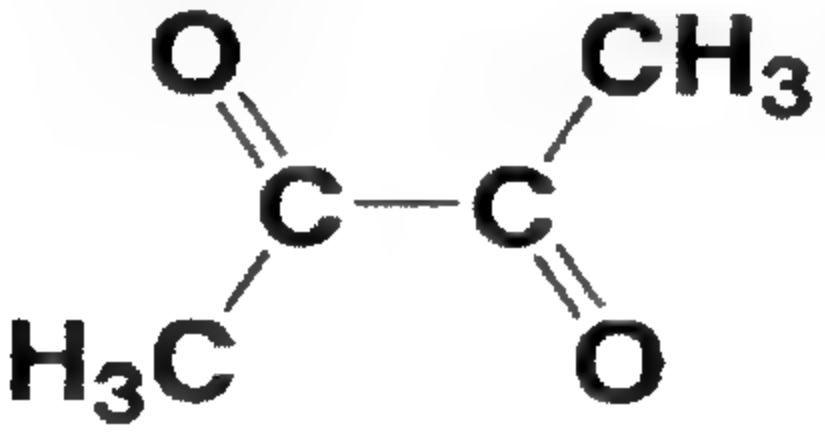
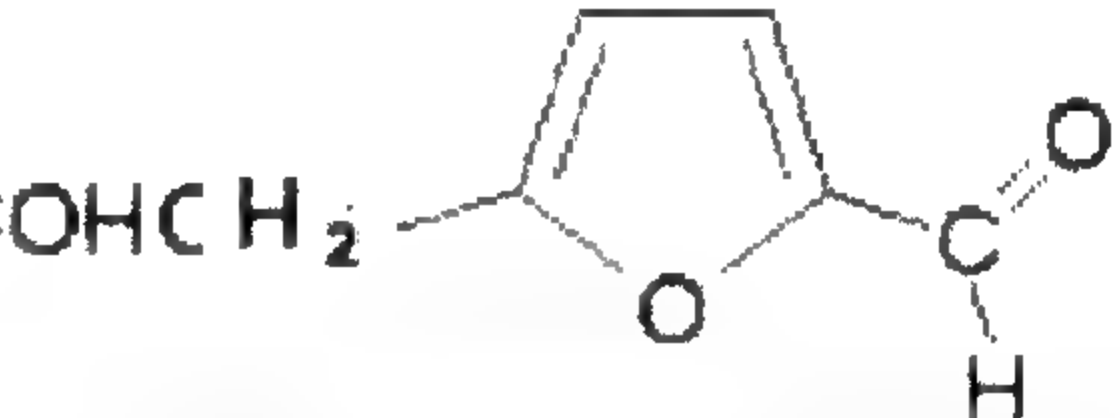
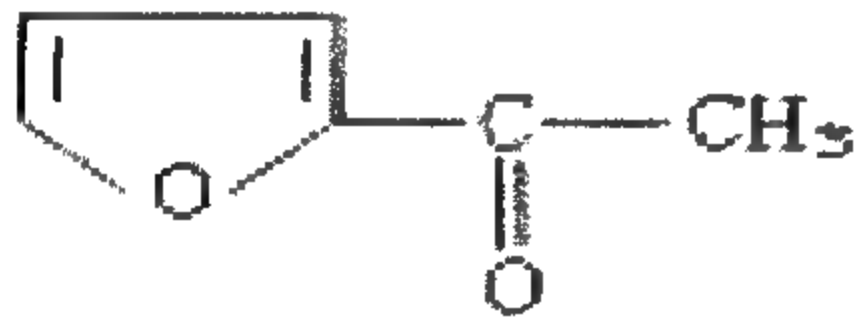
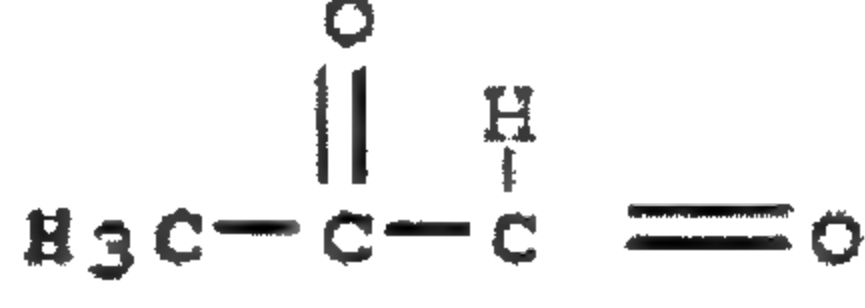
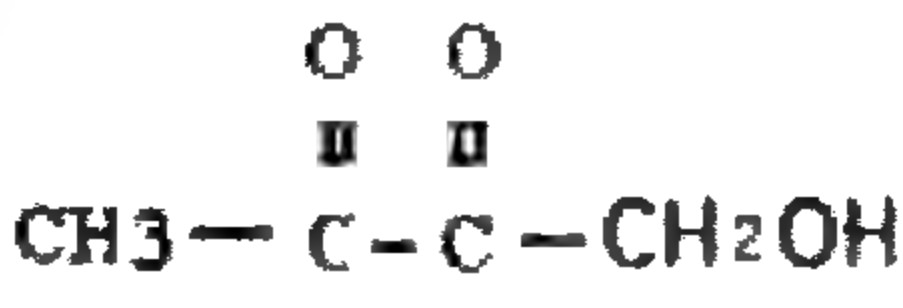
تحلل وهدم



ويوضح الجدول (٧٢) التركيب البنائي للمركبات السابقة

جدول (٧٢) التركيب البنائي للمركبات السابقة

 <p>الجلوكوز glucose</p>	 <p>اللاكتوز α lactose</p>
$R_1 - \underset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}} = \text{N} - R_2$ <p>R_1 بقايا الجلوكوز (باعتباره سكر ألدهيدى) R_2 بقايا حمض أمينى</p>	 <p>الجالاكتوز</p>

 <p>glycosylamine (2- amino ñ 2 - deoxy ñ D- glucose)</p>	 <p>(1- amino ñ 1 - deoxy ñ D- Fructose)</p>
 <p>3 ñ deoxy ñ D- glucose</p>	 <p>furfural فورفورال</p>
<p>Diacetyl (2,3 butanedione)</p> 	 <p>5-HydroxyMethylFurfural</p>
 <p>Acetyl furan</p>	 <p>Pyruvaldehyde</p>
 <p>Hydroxy diacetyl</p>	

نواتج تفاعل ميلارد:

أ- الميلانيدات Melanoidin: ويتكون نتيجة بلمرة بعض المواد المتكونة الناتجة عن تفاعل ميلارد وتعطى اللون الأسمر. ومن أهم العوامل التي تؤثر على تكوين هذا اللون في الألبان المعاملة بالحرارة العالية (UHT - ألبان مكثفة - محلاة).

١- شدة المعاملة الحرارية (طردى).

٢- تركيز المواد الصلبة الكلية (لاكتوز - كازين) طردى.

٣- pH طردى زيادة الـ pH من ٥,٧ - ٧,٥.

٤- درجة حرارة التخزين ومدته: (طردى). وقد وجد أن اللون لا يحدث له تغيير بالتخزين على ٤ م° بينما يحدث له تغيير سريع بالتخزين على ٤٠ م°.

٥- وجود الأكسجين (طردى): إذ أن الأكسجين يتلف مجاميع السلفيدريل (-SH) التي تتفرد نتيجة تأثير الحرارة على بروتينات الشرش والتي لها تأثير مثبت لحدوث التغير في اللون. وعليه فإن إزالة O_2 من اللبن يساعد فعل هذه المجاميع ويؤخر من تغير اللون.

٦- إضافة مركبات.

i- مواد تسرع من التغير في اللون: السكريات المختزلة (جلوكوز - لاکتوز).

ii- مواد تثبط من التغير في اللون:

- السكريات غير المختزلة

- Sodium bisulfate: داي سلفيت الصوديوم فعلها مثل مجموعات السلفيدريل (-SH).

- فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2 : يؤكسد مجموعة الألدهيد فيمنعها من الإشتراك في التفاعل.

- الفورمالدهيد بتركيز منخفض ٥٠ جزء في المليون: إذ يتحد مع مجموعة الأمين في الحمض الأميني فيمنعها من الإشتراك في التفاعل.

ورغم أن تفاعل اللون البنى يمكن تجنبه بإستخدام المواد الكيماوية المثبطة السابقة إلا أنه يفضل التحكم في هذا اللون بتقليل شدة المعاملة وتقليل حرارة ومدة التخزين.

ب- مواد بسيطة مثل:

Dicarbonyls, Glyoxal, Methyl glyoxal, Heterocyclics

ج- روابط عرضية بين الأحماض الأمينية في السلسلة الجانبية للبروتين.

الجوانب الإيجابية والسلبية لنواتج تفاعل ميلارد:

أ- الجوانب الإيجابية لتفاعل ميلارد:

١- إنتاج صفات مرغوبة في بعض الأغذية من حيث النكهة واللون مثال ذلك الكسوة المصنوعة من لبن الشيكولاته Milk chocolate crumb والتي توضع على أصابع الأيس كريم. فهذه الكسوة تصنع من مخلوط من اللبن والشيكولاته به جوامد ٩٠ - ٩٤ % و pH ٥,٥ - ٨ والتسخين ٧٢ - ٧٧ م° / ٤ - ٨ ساعات وهذه كلها ظروف مثلى لتكوين Millard browning.

٢- لبعض نواتج تفاعل ميلارد تأثير مضاد للأكسدة مثل مركبات الكربونيل والميلاندين المرتفعة الوزن الجزيئي. وهذه الصفات تكون أكثر وضوحاً في نواتج التفاعلات في الأنظمة المحتوية على D- xylose, D ñ glucose مع الهستيدين - الليسين - الأرجنين - السستئين. وعليه نجد أن بعض الأغذية المعاملة بالحرارة مثل اللبن المعامل بالحرارة العالية والحبوب الغذائية واللحوم تكون مقاومة للأكسدة.

٣- لبعض نواتج تفاعل ميلارد نشاط مضاد للسرطان Anticarcinogenic نتيجة إتلاف الأكسجين المنشط Reactive الذى يسهم في عملية السرطنة. وكثير من النتائج المتحصل عليها والمتعلقة بتفاعل ميلارد تؤيد أن نواتج هذا التفاعل لها تأثيرات Antimutagenic مثبطة للطفرات ومثبطة لتشوهات الكروموسومات Anticlastogenic effect.

ب- الجوانب السلبية لتفاعل ميلارد:

١- تدهور القيمة الغذائية: وذلك نتيجة إتلاف بعض الأحماض الأمينية الأساسية مثل الليسين الذى يتفاعل مع السكر تفاعل غير عكسى ليكون ε. deoxy ñ lactulosyl lysine ويتكون هذا المركب في مراحل متأخرة من مراحل تفاعل ميلارد وبذلك يصبح الحمض الأميني ليسين غير متاح

بيولوجياً للإنسان، ويختلف المفقود من الليسين باختلاف شدة الحرارة. نوع الناتج اللبنى فهي حوالى:

١ - ٢٪ فى اللبن المبستر، ١ - ٤٪ فى اللبن المعقم، ٥٪ فى اللبن المغلى، ٢٠٪ فى اللبن المكثف، صفر: ٣٪ فى اللبن المجفف بالرداذ، ٢٠ - ٧٠٪ فى لبن مجفف بالإسطوانات، ٢٥٪ فى لبن مجفف من لبن سبق معاملته بإنزيم اللاكتيز.

٢- إنخفاض قابلية البروتينات للهضم مما يقلل من القيمة الغذائية لها إذ أن الروابط العرضية المتكونة بين الأحماض الأمينية فى السلسلة الجانبية للبروتين تقلل من قدرة البروتين على التحلل بالإنزيمات.

٣- إنتاج مواد سامة ضارة بالكلية وأخرى مثبطة للنمو.

٤- إنتاج مواد مطفرة Mutagenic: فقد وجد أن قليلاً من النواتج البسيطة التى تتكون أثناء تفاعل ميلارد مثل Dicarbonyls, Glyoxal, Methyl glyoxal, Diacetyl تعرف بأنها مواد مطفرة Mutagenes ولكن تأثيرها ضعيف وأقل من تأثير الأمينات الحلقية المختلطة Heterocyclic amines. إذ أن للإنزيمات الميكروسومية Microsomal enzymes بالكبد وإنزيم الكتاليز لها القدرة على إبطال التأثير الطفرى لهذه المكونات على العكس من الأمينات الحلقية المختلطة Heterocyclic amines والتى يتم تنشيطها بهذه الإنزيمات.

ورغم ذلك فقد وجد أن بعض نظم ميلارد Millard model system

D- glucose / Cysteamine; L. Rhamnose / NH₃; Maltose / NH₃; Starch / Glycine; Lactose / Casein; Diacetyl / NH₃

أعطت نواتج مطفرة Mutagens وذلك بإختبارها ببكتريا *Salmonella typhimurium* وهذا مما قد يفسر إمكانية تحول بعض مركبات ميلارد داخل الأمعاء إلى مركبات نيتروز - ON تتفاعل مع بعض مركبات الأمين لتعطى أمين مطفر هو نيتروز أمين Nitrose amine يسبب تلفاً لـ DNA والكروموسومات.

ب- تفاعلات الكرملة Caramely ation

ينتج عن تسخين السكريات في صورتها الصلبة على درجات حرارة أعلى من ١٢٠ م° مجموعة من المواد تعرف بمنتجات الكرملة Caramelyzation producte ويحدث هذا عامة تحت ظروف معينة من الأحماض والقلويات أو أملاح الأمونيوم. وتتميز منتجات الكرملة بأطعمة مختلفة كما تختلف في شدة ألوانها. وهي تستخدم كمواد مضافة ملونة في الأغذية. وقد أوضحت الدراسات أن هناك بعض المركبات تتكون في الكرامل تصل إلى عدة مئات من المليجرامات وأن لهذه المركبات تأثيرات سامة على المدى البعيد.

ج- تكوين مادة الأكريلاميد

ينتج عن تعرض المواد النشوية مثل الخبز والبسكويت والكيك وغيرها لحرارة عالية تكوين لون بني داكن نتيجة تكوين مركبات الكربونيل ومواد أخرى، وقد ثبت أن هذه المركبات تحدث تثبيطاً للنمو، كما تسبب عقماً وتسبب تلف الكبد في حيوانات التجارب، كما تعزى بعض أنواع الحساسية لهذه المركبات. وقد أثير في الفترة الأخيرة موضوع وجود مادة الأكريلاميد المسرطنة لحيوانات التجارب في المقلبات والمخبوزات مثل رقائق البطاطس والبسكويت ورقائق الخبز ... ألخ بمستويات عالية وأريد أن أوضح هنا:

١- أن مادة الأكريلاميد تتكون نتيجة تفاعل الجلوكوز مع الحمض الأميني أسبارجين، وأن استخدام أفران الميكروويف في طهي الأغذية النشوية يزيد من مستويات الأكريلاميد في هذه الأغذية.

٢- أن الأبحاث التي تشير لتواجد الأكريلاميد بتركيزات عالية في الأغذية الغنية بالنشويات، والتي تسبب السرطان في الإنسان أبحاث غير كافية.

٣- أن متوسط ما يتناوله الشخص البالغ من الأكريلاميد من كافة المصادر الغذائية حوالي ٧٠ µg / كجم وزن الجسم، وهي اقل بكثير من الجرعة التي تسبب تدمير الأعصاب في حيوانات التجارب.

٤- أن كثيرا من الدراسات تشير لعدم وجود علاقة بين السرطان في الإنسان وتناوله مواد محتوية على الأكريلاميد، حيث وجد أن مرضى السرطان لم يتناولوا مستويات من الأكريلاميد في غذائهم أعلى من الأصحاء.

٥- يوصى خبراء الأغذية إلى إجراء المزيد من الدراسات حول:

أ- كيفية تكوين الأكريلاميد أثناء طهي الطعام.

ب- تقدير تركيز الأكريلاميد في الأغذية النشوية وغير النشوية.

ج- مدى علاقة الأكريلاميد بمعدل إنتشار مرض السرطان في الإنسان.

وأعتقد أن تفاعلات الكرمله، وتكوين مادة الأكريلاميد من التفاعلات قليلة الحدوث في اللبن ومنتجاته.

ثانياً : بعض المواد الضارة التي تنتج عن دهن اللبن أثناء تصنيعه وتخزينه

تعتبر عمليات الأكسدة والتزنخ من أكثر العمليات التي تحدث لدهن اللبن أثناء تصنيعه وتخزينه. وعملية الأكسدة إما أن تكون أكسدة إنزيمية أو معدنية (معادن ثقيلة) أو ذاتية (بفعل O_2 الجوى) أو ضوئية (O نشط). ومن نواتج الأكسدة:

١- مركبات عديدة منها البيروكسيدات - الألدهيدات - الكيتونات - أصول حرة ومن مخاطرها الصحية:

أ- السمية: فهي سامة عند التركيزات العالية وتتمثل السمية في

(١) تليف (موت) الخلايا الليمفاوية.

(٢) إتلاف الطحال وغدة Thymus التيمية.

(٣) إتلاف بعض الإنزيمات.

(٤) موت خلايا الدم البيضاء (إنخفاض عددها).

(٥) أكسدة الفوسفوليبيدات الموجودة في أغشية الخلايا.

(٦) للأصول الحرة المتكونة آثار مسرطنة.

(٧) تكوين رواسب غير ذائبة مع البروتينات على جدر الشرايين، وفي الأنسجة

العصبية وتزيد هذه الرواسب مع تقدم العمر.

ب- تعتبر مضادات تغذوية تتمثل في:

(١) تتلف الأحماض الدهنية الضرورية ولهذا تأثير غير مرغوب على ليبيدات الدم (في الجرعات الزائدة).

(٢) تتفاعل الأصول الحرة مع مجموعات الأمين والأحماض الكبريتية في البروتين فتكون روابط عرضية مما يقلل من قابلية هذه البروتينات للهضم.

(٣) قابلية الدهون المؤكسدة للهضم أقل من مثيلاتها الأصلية، خاصة البوليمرات التي قد لا تهضم أو تهضم بدرجة ضعيفة.

(٤) من الألدهيدات المتكونة مركب مالون داى ألدهيد Malondialdehyde $OHC - CH_2 \cdot \cdot \cdot CHO$ فهو مركب غير ثابت ويميل للبلعمة. كما أنه مادة سامة ومطفرة إذ تتفاعل مع إنزيم Ribonuclease الريبونوكليز مكونة بوليمر يفقد الإنزيم نشاطه ويمنع الحمض النووي من التكاثر.

(٥) تتلف الفيتامينات خاصة الذائبة في الدهون.

(٦) كما أن أكاسيد الكوليسترول لها صفات المواد المطفرة وتكون نواتج غير ذائبة مع بروتينات البلازما تكون أشد خطراً من الكوليسترول نفسه.

٢- تكوين مشابهات الأحماض الدهنية Trans ومن المخاطر الصحية لهذه المشابهات

(١) تتلف الأحماض الدهنية الضرورية.

(٢) تساعد الإصابة بأمراض شرايين القلب عند تناولها بكميات كبيرة إذ تغير من مستوى ليبوبروتينات البلازما فترفع من مستوى LDL (الضار) ويخفض من مستوى HDL (النافع).

ومن أهم الظروف التي تحدث فيها هذه التغيرات المتعلقة بالدهن هي القلى في الزيت ثم تبريده في الهواء وإعادة إستعماله في القلى وتكرار ذلك. وهناك نظريتان عن هذا الزيت:

الأولى:

أنه لاضرر مظهر (سرطاني) من إعادة إستعمال الزيت في القلى ويعلل ذلك بأن أبخرة الماء (من الغذاء) تتطاير وتحمل فيها المواد المتطايرة والتي تكونت أثناء

القلى السابق فتتخلص بذلك من الأكاسيد والدهيدات، الكيتونات والتي قد تكون ضارة بالصحة، كما تتخلص من الأحماض الدهنية منخفضة الوزن الجزيئ.

الثانية:

تحذر من إعادة تكرار استعمال الزيت فى القلى وحجتهم فى ذلك أن هذا الزيت يتكون به فضلاً عن المواد منخفضة الوزن الجزيئ مواد أخرى عالية الوزن الجزيئ نتيجة البلمرة، وهذه البوليمرات لاتزول بإعادة عملية القلى. تكون هى السبب فى الضرر الصحى لهذا الزيت (مطفر). فعند حقن الدجاج بالأكاسيد (النواتج) الناتجة عن إعادة تسخين الزيت أدى إلى تغيرات وأعراض خطيرة مثل إضطرابات المخ وإحتقان الشعيرات الدموية، ورعشة وبطء الحركة خلال ١ - ٢ ساعات من الحقن كما وجد أن البوليمرات الناتجة عن تسخين الدهن لحرارة عالية مع تعرضه لأكسجين الجو مدة طويلة أدت إلى آثار ضارة بالفئران.

ويفضل أن نوضح هنا:

- ١- لم يكن لدهن اللبن الذى عومل على ٢٠٠ م° لمدة ٢٤ ساعة تأثير ضار على حيوانات التجارب بعكس الزيوت الأخرى.
- ٢- استعمال الزيوت فى عمليات القلى العادية وبعيداً عن المغالة فى تسخينها ليس له آثار أو أضرار صحية وأن تطبيقات القلى فى المنازل لاتشكل خطورة لأنها تستخدم الزيت لفترات قصيرة.
- ٣- من النادر أن توجد ليبيدات مؤكسدة فى الأغذية بالمستوى الذى يكون له تأثير واضح على صحة الإنسان، إلا أن التناول المستمر لكميات صغيرة قد يسهم فى ذلك.
- ٤- ينصح بوجوب تغيير الزيت عندما تتغير صفاته الطبيعية مثل تغير لونه للبنى أو زيادة لزوجته أو وجود رغوة على السطح أو تكون أدخنة عند التسخين أو روائح ترنخ أو نكهة غير مرغوبة.
- ٥- فى حالة الرغبة فى استخدام الزيت فى الطهى لأكثر من مرة يجب مراعاة نوع الطعام وفى حالة قلى السمك أو اللحوم يفضل إستبدال الزيت، أما فى حالة البطاطس أو الطعمية فيمكن إستخدامه لأكثر من مرة بشرط إزالة بقايا الطعام وحفظ الزيت بطريقة سليمة (جيدة) وإستخدامه فى أقرب وقت ممكن.

٦- طرق القلى للأطعمة الشعبية مثل الطعمية والبطاطس والبانجان وغيرها فى الهواء الطلق وإستعمال مقلاة غير مناسبة مع عدم تغيير الزيت يؤدى إلى تحلل الزيت وتكوين مواد ضارة بالصحة.

٧- لزيت الزيتون فوائد صحية بشرط تناوله بصورة طازجة مع السلطات إذ تتلاشى هذه الفوائد عند معاملة هذا الزيت بالحرارة.

٨- من الصعب إزالة نواتج أكسدة الليبيدات من الدهون والزيوت المؤكسدة سواء نتيجة المعاملة الحرارية أو التخزين لأن ذلك يحتاج لمعاملات تكنولوجية معقدة تتمثل فى الإستخلاص والتجزئة وهذه يصعب تنفيذها على المستوى الصناعى، ولكن يمكن إتباع بعض طرق الوقاية لحماية الليبيدات من الأكسدة أثناء العمليات التكنولوجية منها:

(١) عند تخزين مثل هذه الأغذية الدهنية: إستخدام مضادات الأكسدة، إستخدام المواد المخيلية (ربط المعادن الثقيلة)، التخزين فى حرارة منخفضة وأوعية غير منفذة للضوء (ظلام).

(٢) عند الطهى: سبق التتوية عنها.

ثالثاً: بعض المواد الضارة التى قد تنتج عن زيادة التحلل البروتينى للجبن (تسوية الجبن):

تتعرض الأغذية المتخمرة والتى ينمو فيها بكتريا حمض اللاكتيك ومنها الجبن إلى عدة تغيرات ينتج عنها العديد من المشتقات الأزوتية والتى منها الأمينات. ولما كانت هذه الأمينات تضم بعض الأمينات الحيوية والتى قد تسبب أضراراً للإنسان عندما تتواجد فى الغذاء بتركيزات عالية. لذا سوف نتناول هذا الموضوع فى النقاط التالية:

١- تعريف الأمينات ومصدرها.

٢- الأمينات الحيوية بالجبن.

أ- مسارها ومصيرها.

ب- العوامل المؤثرة على كميتها بالجبن.

٣- التأثير البيولوجي (الدور الحيوي) للأمينات الحيوية.

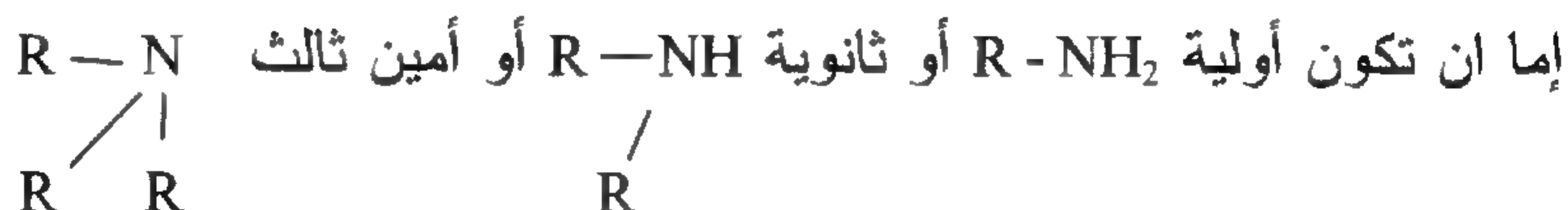
أ- التأثير المفيد.

ب- التأثير الضار.

ج- الجرعة السامة من الأمينات الحيوية.

١- تعريف الأمينات ومصادرها:

هي مركبات عضوية صغيرة الوزن الجزيئي تحتوى مجموعة أمينو NH_2 ، وهي



فهي مشتقة من الأمونيا بإستبدال ذرة H أو أكثر بمجموعة R وهي إما أن تكون أليفاتية أو عطرية أو حلقية وقد تكون عديدة Polyamines وتشارك في عمليات التمثيل الغذائي في الأنسجة الحية وهي إما أن:

أ- توجد طبيعياً: خاصة Polyamines مثل

Putrescine, Spermidine, Spermine, Agmatine في كل الخلايا الحية وتدخل في كل خطوة من RNA, DNA وفي تخليق البروتين لذا فهي ضرورية لنمو الخلايا وتكاثرها كما تشارك في عمليات التمثيل الغذائي كما أن Spermidine, Spermine لها أهمية في تجديد القناة الهضمية وقيامها بخواصها الوظيفية ونمو أنسجة الأمعاء. وهي توجد في اللبن البقري بنسب تتراوح ما بين ٠,٨ - ٤,٤ μg / مل لبن، ١,٤ - ٣٦,٢٥ μg / مل لبن، ٣,٢ - ١٣,٢ μg / مل لبن من كل من: Spermidine, Putrescine و Spermine على التوالي.

ب- تتكون في الغذاء إما نتيجة:

١- تعرض المادة الغذائية لحرارة عالية حيث يحدث تحلل حراري للأحماض الأمينية يسمى Aminoacid pyrolysates، حيث تنتج عنه مجموعة من الأمينات العطرية عديدة الحلقات Polycyclic aromatic amines ويتوقف مدى تكوينها على شدة المعاملة ونوعية الغذاء ومن أمثلتها

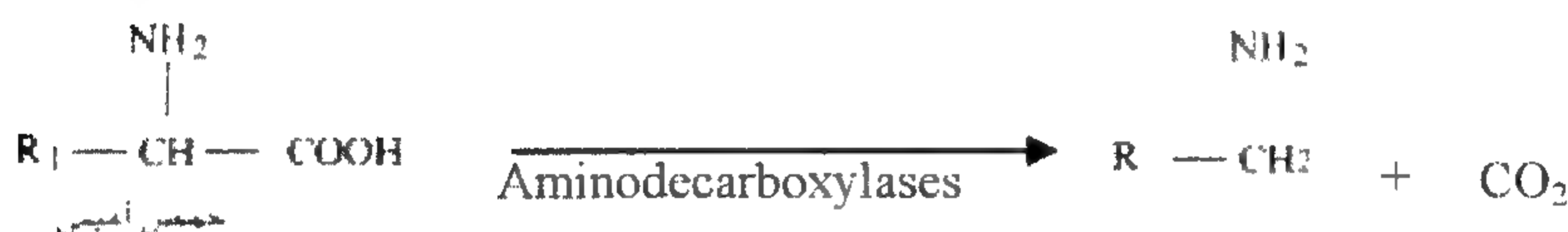
Imidazoquinoline, Methylimidazoquinoline والتي تنتج من الحمض الأميني Tryptophane على الأسطح المتفحمة Charred للأغذية البروتينية نتيجة عملية

الشوى مثل السمك واللحم (Roast)، ورغم أن كثيراً من هذه الأمينات مسرطنات للقناة الهضمية في حيوانات التجارب إلا أن الأمر يحتاج لدراسة أوسع للتأكد فيما إذا كانت هذه الأمينات الناتجة أثناء عمليات الطهى تنطوى على مخاطر للإنسان.

٢- النشاط الميكروبي على المادة الغذائية وهى ما يطلق عليها إسم الأمينات الحيوية Biogenic amines ومن أمثلتها

Histamine, Putresine, Tyramine, Cadaverine, 2 ñ phenylethylamine

وهى تتكون أثناء تخزين وتصنيع المنتجات الغذائية نتيجة النشاط الإنزيمى البكتيرى النازع لـ CO₂ من مجموعة الكربوكسيل من الأحماض الأمينية الحرة بفعل إنزيمات Decarboxylases.



أو عن طريق نقل مجموعة الأمين إلى الألهيدات والكتونات.

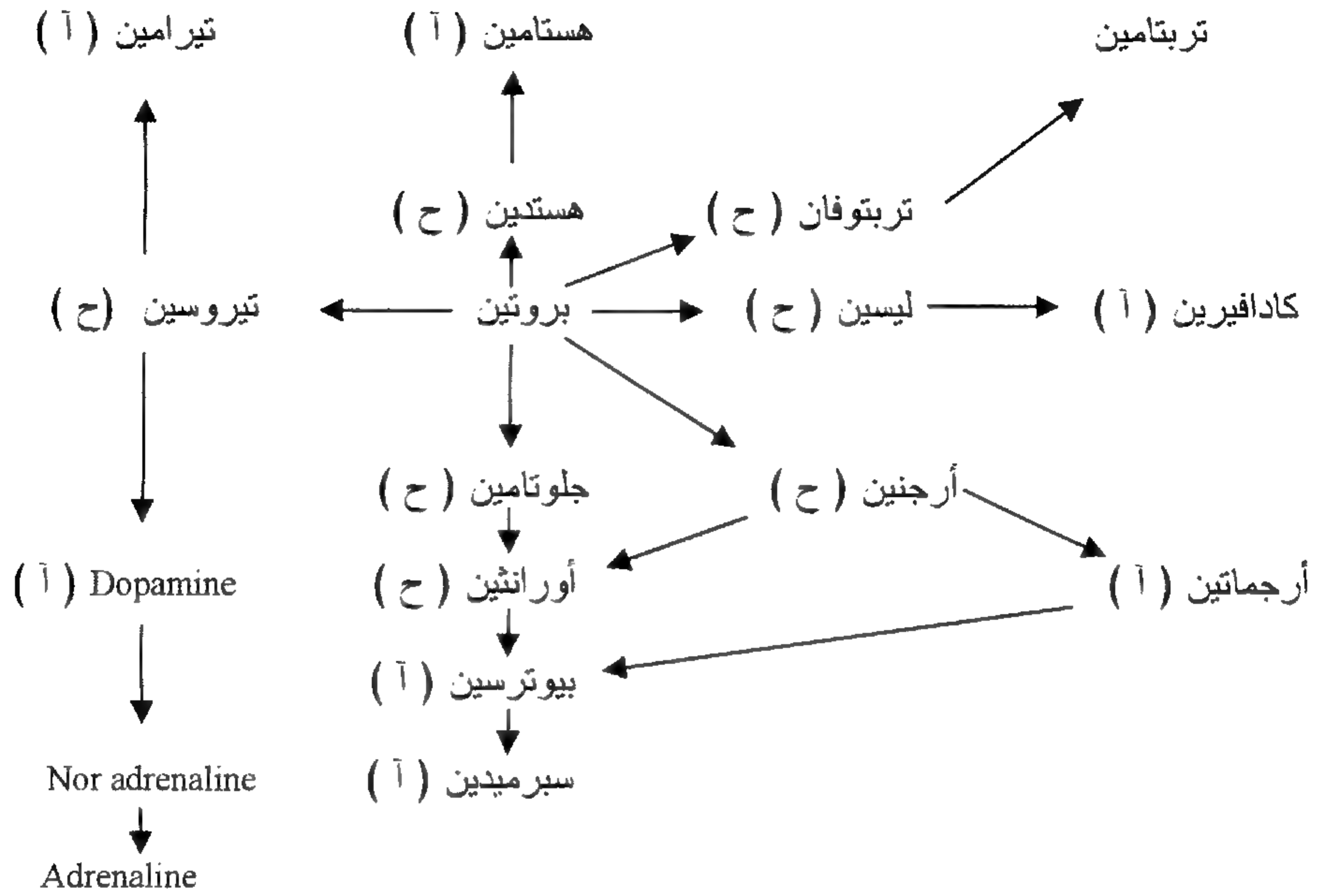
أمثلة لبعض الأمينات الحيوية والأحماض الأمينية المشتقة منها الأمينات:

تعتبر الأمينات المشتقة من الأحماض الأمينية القاعدية (ليسين - أرجنين) والأحماض الأمينية العطرية (هستيدين - فنيل ألانين - نيروسين - تربتوفان) من أهم الأمينات الحيوية (جدول ٧٣).

جدول (٧٣) بعض الأمينات الحيوية المشتقة من الأحماض الأمينية القاعدية والعطرية

الأمين المقابل	الحمض الأمينى
كادافيرين Cadaverine (أليفاتى)	ليسين Lysine
أرجماتين Argmatine (أليفاتى)	أرجنين Arginine
هستامين Hestamine (حلقى)	هستادين Hestadine
فنيل إيثيل أمين Phenyl ethyl amine (عطرى)	فنيل الانين Phenylalanine
تيرامين Tyramine (عطرى)	تيروسين Tyrosine
تربتامين Tryptamine (عطرى)	تربتوفان Tryptophane

كما يبين الشكل (٦) مسار تكوين بعض الأمينات الحيوية



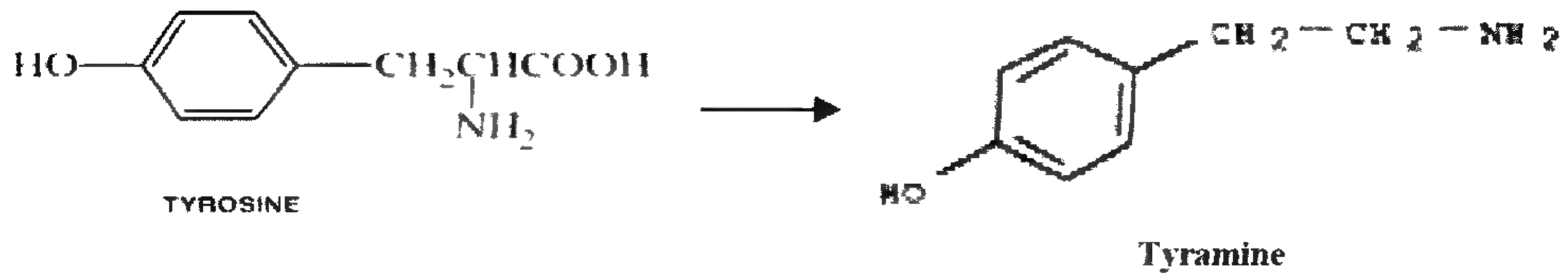
شكل (٦) مسار تكوين بعض الأمينات الحيوية

وفيما يلي أمثلة للتركيب الكيماوى لبعض الأمينات الحيوية:

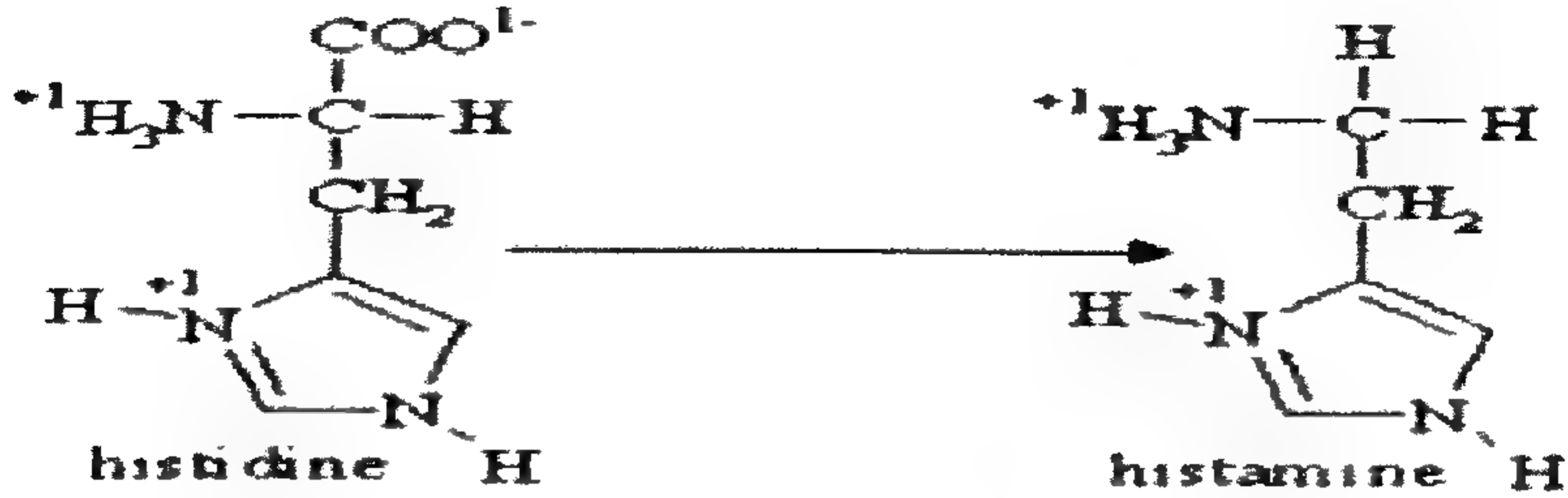
أ- مثال أمينات أليفاتية Alephatic (كادافيرين)



ب- مثال لأمينات عطرية Aromatic (تيرامين)



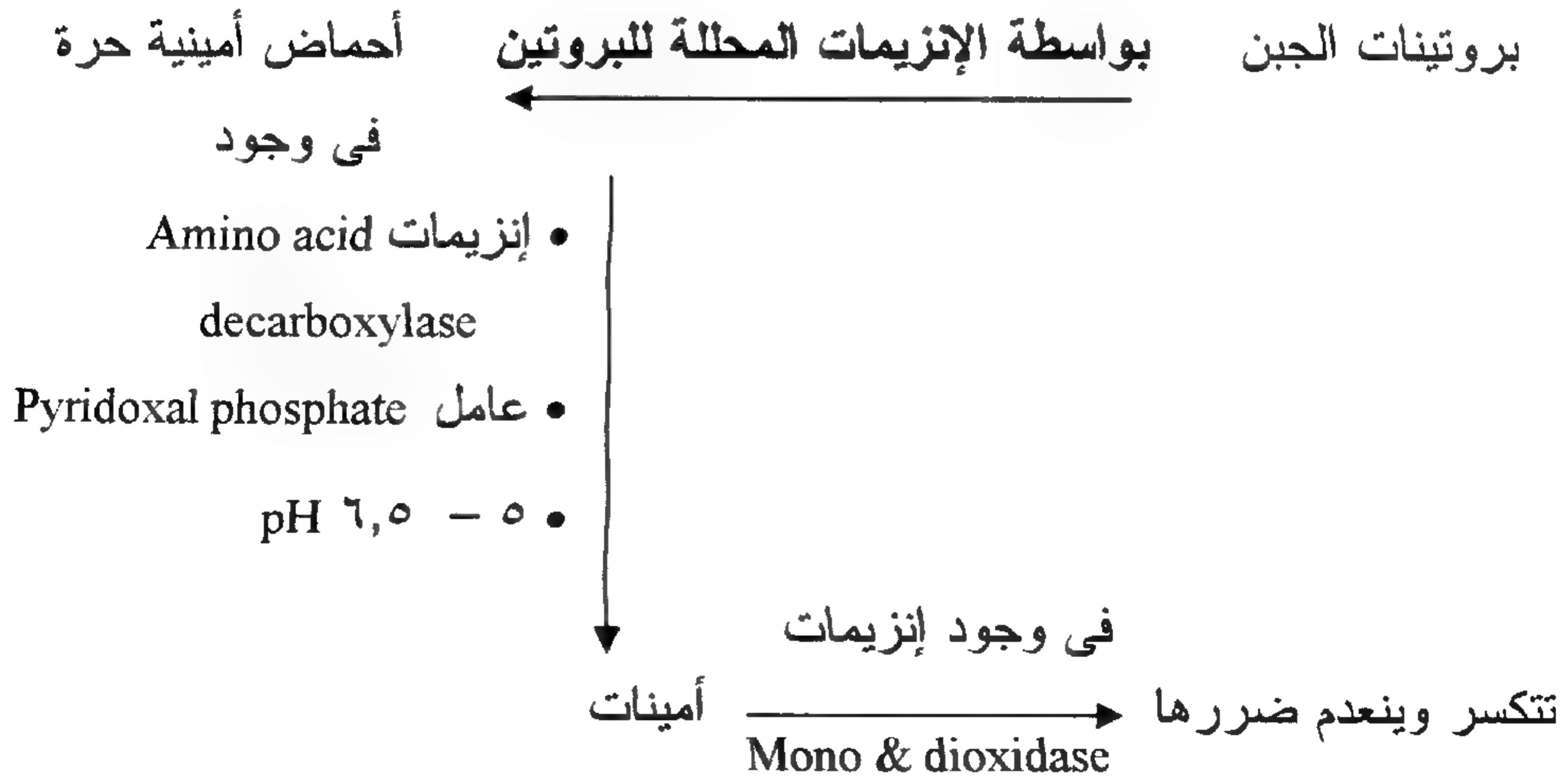
ج- أمينات حلقية Heterocyclic (هستامين)



٢- الأمينات الحيوية فى المنتجات اللبنية

يعتبر تكوين الأمينات الحيوية احد المشاكل المرتبطة بالتحليل البروتينى لبعض الأغذية المتخمرة خاصة تلك التى تنمو فيها بكتريا حمض اللاكتيك، فقد وجد ان هذه المنتجات تحتوى كميات ملموسة من Putrecine, Tyramine, Histamine, Cadaverine ويعتبر الجبن أكثر المنتجات اللبنية إحتواء على الأمينات، كما تأتى الجبن بعد الأسماك فى محتواها من هذه المركبات ولتعليل ذلك يفضل ان نشير إلى:

أ- مسار تكوين هذه المركبات ومصيرها فى الجبن



وبالنظر إلى الجبن نجد:

١- أنها تحتوى كميات ملموسة من الأحماض الأمينية الحرة الناتجة عن تحلل البروتين بالإضافة إلى وجود ميكروبات بالجبن لها مقدرة على إنتاج إنزيمات Aminoacid decarboxylase كما أن عامل Pyridoxal phosphate اللازم لإنزيمات Aminoacid decarboxylase يوجد بكميات كافية بالجبن مع توافر pH الملائمة لعمل هذه الإنزيمات فهي أعلى من pH ٥ خاصة في الجبن الجاف.

٢- أن نشاط الإنزيمات Mono & dioxidases اللازمة لتكسير الأمينات أقل من نشاط إنزيمات Aminoacid decarboxylase المكون للأمينات.

ب- العوامل المؤثرة على كمية الأمينات المتكونة بالجبن:

رغم أن الجبن الطازج لا تحتوى أمينات تذكر، إلا أن تخزين الجبن خاصة إذا لم تراعى الظروف السليمة في إنتاجه وتخزينه فقد تتكون في الجبن كميات ملموسة من هذه الأمينات بفعل بكتريا البادئ وإنزيمات المنفحة والتي تسهم في تحلل الكازين.

وتتوقف كمية الأمينات على:

١- حرارة ومدة التخزين: تزيد بارتفاع الحرارة وطول مدة التخزين، فالتخزين في الثلاجة يقلل من فرصة تكوينها لكنه لا يمنع من تكوين بعضها مثل الهستامين.

٢- pH الجبن: إرتفاع الـ pH لأعلى من (٥) يشجع البكتريا على إنتاج إنزيمات Aminoacid decarboxylases كوسيلة للدفاع ضد الحموضة التي لا تتحملها البكتريا (إذ أن الأمينات تؤدي لرفع الـ pH).

٣- O₂: تشجع الظروف الهوائية على إنتاجها وقد يرجع ذلك لدور الأكسجين في تثبيط إنزيمات Mono & dioxidases وبالتالي عدم تحلل الأمينات المتكونة مما يؤدي لتراكمها.

٤- ملح الطعام: هناك تضارب حول تأثيره على تكوين الأمينات بالجبن فالبعض يرى أن زيادة % للملح تقلل من تكوين الأمينات بالجبن إلا أن البعض الآخر يرى عكس ذلك فقد وجد بعضهم عند تلقيح جبن بسلالة L. buchneri المنتجة للهستامين زيادة نسبة الهستامين المتكونة بالجبن بارتفاع نسبة الملح به. فقد كانت

كمية الهستامين (مللى مول / كجم جبن) ٣,٥ ، ٢,١ عندما كانت نسبة الملح / الماء ٠,٠٤٨ : ٠,٠٢٦ على التوالي.

٥- التلوث ببعض البكتيريا: تلعب العوامل الصحية فى الإنتاج Hygienic quality دوراً هاماً فى كمية الأمينات المتكونة بالجبن، فالجبن الناتج من لبن ردى ميكروبيولوجياً يحتوى معدلات اعلى من الأمينات عن الجبن المصنع من لبن جيد بكتريولوجياً.

٦- وتختلف نوعية الأمين المتكون باختلاف نوع البكتيريا فمثلاً

البكتريا	الأمين المتكون
<i>Lactobacilli</i>	هستامين - تيرامين - بيوترسين - كادافيرين
<i>Lactococci</i>	تيرامين
<i>Enterobacteriaceae</i>	كادافيرين - بيوترسين - هستامين - تيرامين - فنيلى إيثيل أمين
<i>Clostridium</i>	هستامين - تيرامين - تربتامين
بعض الميكروبات الموجبة لجرام	بيوترسين - كادافيرين

هذه الميكروبات قد تكون جزءاً من الميكروبات الطبيعية باللبن الداخلى فى صناعة الجبن أو يصل إليها أثناء أو بعد التصنيع، ويقال أنه يجب ألا يقل عددها عن 10^6 - 10^9 خلية / جم colony forming unit / gr لى تعطى تركيزات عالية من الأمينات.

ومن أهم السلالات التابعة لجنس *Lactobacilli* سلالة *L. buchneri* فقد عزلت من الجبن السويسرى والتي سببت تسمماً عند تناول هذا الجبن، فلهذه البكتريا القدرة على إنتاج ٤٢ مجم هستامين / ١٠٠ جم جبن وذلك عند نموها فى البيئة الخاصة بها مما يجعل لهذه البكتريا سمية معنوية، كما أن لهذه البكتريا القدرة على تحمل تركيز ٥% ملح طعام ولها القدرة على تحمل حرارة ٦٥ - ٦٧ م° / ٢٠ ث رغم أنها بكتريا Mesophilic، ولما كانت هذه الدرجة من الحرارة أو أقل منها تستخدم فى معاملة اللبن الداخلى فى صناعة الجبن السويسرى لتشجيع تكوين العيون بهذا الجبن لذا يجب أن يكون اللبن الداخلى فى صناعة هذا الجبن على أعلى درجة من الجودة.

كما أمكن عزل سلالات من بعض البكتريا التالية من بعض الجبن لها القدرة على إنتاج الأمينات خاصة الهستامين ولكن بنسبة أقل من *L. buchneri* ومن هذه السلالات سلالات تابعة لكل من:

L. bulgaricus, *L. casei*, *L. acidophilus*, *L. helveticus*, *Lactococcus lactis*, *Propionibacteria*, *S. faecium*

ولما كان بعض هذه السلالات تستخدم كبادئ في صناعة الجبن، فإن التعرف على كونها منتجة للأمينات من عدمه أمر له أهميته في صناعة الجبن.

ملحوظة:

(١): يقال أن معظم الأمينات الحيوية بالجبن مصدرها *Non starter bacteria*.

(٢): لبعض البكتريا القدرة على هدم الأمينات الحيوية ومن أمثلتها:

Pseudomonas aeruginosa, *E. coli*, *Serratia flava*, *Proteus vulgaris*

(٣) لبعض البكتريا المنتجة للبكتريوسينات *Bacteria ñ producing starter* المقدرة على منع تكوين الهستامين.

٧- نوع الجبن: تزيد في الجبن المعرقة بالفطر (مثل الركفور) والجبن القديمة (مسواة لفترة طويلة) كما توجد في الجبن الطرية، والجبن المطبوخ وتتوقف كميتها في الجبن المطبوخ على نوعية الخلطة المستخدمة ومدى إحتوائها على هذه الأمينات إذ أن حرارة الطبخ لا تتلفها. وعموماً تختلف نسبة الأمينات في الجبن بدرجة كبيرة ليس فقط بين أنواع الجبن المختلفة بل داخل الأنواع نفسها.

وفيما يلي نتائج بعض الباحثين والخاصة بإحتواء بعض أنواع من الجبن المصرية من الأمينات

١- الجبن الراس:

أ- ٤٠٪ من الجبن المجمعة عشوائياً من السوق تحتوى تيرامين، هستامين بمتوسط ٠,٣٨ - ٢,٠٩٨ مجم / ١٠٠ جم، ١,٣٦ - ٨,٨٥ مجم / ١٠٠ جم جبن على التوالي.

ب- فى جبن معملى وجد ان الجبن الراس تحتوى هستامين، بيوترسين، كادافيرين، فنيل إيثيل أمين بمجموع ٩,٣ - ٣٩,٧ مجم / ١٠٠ جم جبن بعد (٥) شهور من التسوية، وقد وجد أن هذا الفرق الشاسع يعتمد على نوع البادئ المستخدم

$L. casei + L. bulgaricus + S. thermophilus > L. casei + L. bulgaricus > L. bulgaricus + S. thermophilus$

أى أن ميكروب *L. casei* أكثرها نشاطاً فى إنتاج الأمينات يليه *L. bulgaricus* وأقلها هو *S. thermophilus*.

٢- جبن المش: ٥٠٪ من الجبن المجمع عشوائياً بها هستامين ٩,٩ مجم / كجم جبن، ٦٠٪ من الجبن المجمعة بها تيرامين ٢٩,٢١ مجم / كجم.

٣- جبن قريش: مخزن ٤٥ يوم فى الجو العادى به ٣٦,٣ مجم هستامين، ٧٠,٤ مجم تيرامين / كجم جبن.

فى الثلاجة به ١٥ مجم هستامين، ٥٥,٣٢ مجم تيرامين / كجم جبن.

٤- جبن مطبوخ: وجد التيرامين فى ٧٠٪ من العينات المجمعة، الكادافيرين، البيوترسين، الفنيل إيثيل أمين، سبيرمين فى ٧٠٪، ٦٠٪، ٤٠٪، ٣٠٪ من العينات المجمعة على التوالى.

٥- جبن الركفور: إحتوت ٤٥ مجم أمينات / ١٠٠ جم جبن.

٦- جبن دمياطى: ٨,٧ مجم تيرامين، ١٣ مجم بيوترسين، أقل من ١ مجم هستامين على التوالى لكل ١٠٠ جم جبن.

وعموماً يمكن ترتيب الجبن المصرية من حيث محتواها من الأمينات الحيوية كما يلى:

جبن المش < الركفور < الراس < المطبوخ < القريش < الدمياطى

كما يمكن ترتيب الأمينات الحيوية من حيث نسبتها فى هذه الجبن كما يلى:

تيرامين < هستامين < بيوترسين < تربتامين < فنيل إيثيل أمين.

٣- التأثير البيولوجي (الدور الفسيولوجي) للأمينات الحيوية

Physiological significance of biogenic amines

التأثير الضار Toxicological and carcinogenic effects	التأثير المفيد
١- قد تشجع على تكوين طفرات (أورام سرطانية) إذ يتفاعل بعضها مثل التيرامين والأمينات الثنائية مثل: بيوترسين Putrescine كادافرين Cadaverine مع مواد نيتروجينية غير عضوية (نترات - نترت) داخل الجسم مكونة مركبات حلقة غير متجانسة لها فعل مسرطن Heterocyclic carcinogenic	١- لها دور في تنشيط القلب، الأعصاب المسؤولة عن الإحساس والحركة. كما تتحكم في إفراز HCl بالمعدة والمحافظة على سلامة الأغشية
٢- لها تأثير سام نتيجة تفاعلات الأمينات مع المستقبلات الموجود على جدر الخلايا ومن أعراض التسمم اضطراب نبضات القلب وكذا ضغط الدم والصداع والحساسية. ومن فضل الله فإن القناة الهضمية للثدييات تحتوى على نظام إنزيمى له القدرة على إبطال سمية هذه الأمينات Detoxification له القدرة على تمثيل الكميات المضادة من هذه الأمينات ومن أهم هذه الإنزيمات mono amino oxidase , diamino oxidase ومع ذلك فإن هذا النظام تقل كفاءته فى إزالة التركيزات المرتفعة من الأمينات الحيوية	٢- لها دور فى تنظيم ضغط الدم إذ تعمل بطريق مباشر أو غير مباشر فى إنقباض وإنبساط الأوعية الدموية. فالتيرامين يعمل على إنقباض الأوعية وبالتالي رفع الضغط، الهستامين يعمل على إنبساط الأوعية وبالتالي خفض الضغط.
	٣- لها دور فى تخليق البروتين والأحماض النووية وتنظيم وظائفها. إذ تعتبر مصدراً للنيتروجين، وكذا تخليق بعض الهرمونات (كمواد Precursors لها) مثل النورأدرينالين، الأدرينالين وهما يخلقان فى الأنسجة الكظرية (غدة مجاورة للكلية) udrenal tissues من التيرامين كما أن بعض الأمينات مثل Putrescine, Spermine مكونات لا يستغنى عنها فى النمو والمحافظة على النظام المناعى للقناة الهضمية. ويعتبر Catecholamines, Indole amines لها أهمية فى تنظيم وظائف النظام العصبى Nervous system.
	٤- الأمينات العديدة Polyamines والتي تشمل Speramine, Putrescine and Spermidine تثبط أكسدة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع ويتناسب التأثير المضاد للأكسدة مع عدد مجموعات الأمين فى الـ Polyamine ويقال أن للتيرامين نشاط قوى مضاد للأكسدة لإحتوائه مجموعات الأمين والهيدروكسيل.

التأثيرات العقارية (الدوائية) لبعض الأمينات الحيوية

Pharmacological effects of some bioamines

ويبين الجدول (٧٤) التأثيرات العقارية (الدوائية) لبعض الأمينات الحيوية

جدول (٧٤) التأثيرات العقارية للأمينات الحيوية

الأمين	المولد Precursor	التأثير
الهستامين	الهستادين	تحرير الأدرينالين والنورأدرينالين - تنشيط العضلات الناعمة للرحم والأمعاء والقناة التنفسية
التيرامين	النيروسين	تنشيط اعصاب الحس والحركة - التحكم في إفراز حمض المعدة - تقلص الأوعية الدموية السطحية - إفراز الدموع واللعاب - زيادة معدل التنفس - زيادة مستوى سكر الدم - تحرير النورأدرينالين من الجهاز العصبي السمبتاوى - الصداع النصفي
البوتريسين والكادافيرين	أورنثين وليسين	إنخفاض الضغط - بطء القلب Bradycardia - تشنج الفك Lak jau - شلل الأطراف Paresis of the extremities - زيادة سمية الأمينات الأخرى
بيتا فينيل إيثيل أمين	فنيل ألانين	تحرير النورأدرينالين من الجهاز العصبي السمبتاوى - ارتفاع ضغط الدم - الصداع النصفي
التربتامين	التربتوفان	ارتفاع ضغط الدم

ج- الجرعة السامة من الأمينات الحيوية

لقد حدثت بعض حالات التسمم من تناول أغذية محتوية على أمينات حيوية ويبين
الجدول (٧٥) بعض حالات التسمم الأميني في بعض الدول والغذاء المسئول عن
هذا التسمم .

جدول (٧٥) بعض حالات التسمم الأميني في بعض الدول والغذاء المسئول

الدولة	الغذاء	الدولة	الغذاء
كندا	السماك - جبن تشدر	بريطانيا	السماك
دنمارك	السماك	اليابان	السماك - الدجاج
فرنسا	السماك - جبن سويسرى - سيشر - جروبر والخنزير (اللحم)	نيزولاند	جبن جودا
ألمانيا	السماك - كرنب متخمّر - جبن جودا	الولايات المتحدة	سمك - جبن سويسرى

وتختلف الجرعة السامة لهذه الأمينات من شخص لآخر ويتوقف ذلك على التركيز ومدى توافر أمينات أخرى وعوامل منها:

١- وجود بعض الأدوية المثبطة لإنزيمات diamino Mono amino oxidase (MAO), oxydase (DAO) مما يزيد من التأثير السام لهذه الأمينات. لذا عند تعاطي أدوية تحتوى على هذه المثبطات يفضل الإمتناع عن تناول الأغذية المحتوية على أمينات بنسبة كبيرة خاصة التيرامين مثل الجبن خلال فترة العلاج إذ أن ذلك يؤدي لمضاعفات شديدة قد تؤدي إلى الوفاة.

٢- نوعية الأمين: يعتبر التيرامين والهستامين من أكثر الأمينات شيوعاً في الجبن والتي سجل عنهما تسممات عند تناول جبن بها كميات كبيرة من أى منهما. وتعرف الأعراض الناتجة عن كل منهما بأسم Cheese syndrome.

أ- التيرامين Cheese reaction: الجرعة التي يحدث عندها التسمم من التيرامين في الغذاء ٦٠ : ١٠٠ مجم / كجم من وزن الجسم ويعتبر من أكثر الأمينات نشاطاً (يسبب إرتفاع ضغط الدم) وهو يتجمع في الجبن بكميات لها تأثير سمي معنوي ويعرف هذا التسمم بأسم cheese reaction ومن أعراضه إرتفاع ضغط الدم، الصداع، الصداع النصفي Migraine الغثيان والقيء - العرق وخفقان القلب - وتزداد خطورة التيرامين عند تعاطي أدوية مثبطة لفعل إنزيمات DAO, MAO مثل مضادات إرتفاع ضغط الدم Antihypertensive وكذا تعاطي الكحوليات، وكذلك تزداد خطورة التيرامين في حالة أمراض القناة الهضمية، فعند تعاطي مايزيد عن ٦٠ مجم / كجم من وزن الجسم من التيرامين فإن ذلك يسبب إرتفاع مفاجئ في ضغط الدم عند المرضى الذين يعالجون بأدوية مثبطة لإنزيمي DAO, MAO أما الجرعة التي تحدث عندها التسمم من الفنيل أمين فهي ٣٠ مجم / كجم.

ب- التسمم الهستاميني: Histamine poisoning: الجرعة التي يحدث عندها التسمم من الهستامين في الغذاء ٢٠ - ١٠٠ مجم لكل كيلوجرام من وزن الجسم. ورغم عدم وجود إحصاء دقيق عن حالات التسمم الهستاميني وذلك نظراً للطبيعة الخفيفة للمرض كما أن الطبيب قد يشخص المرض على أنه حساسية غذاء إلا أن هناك حالات سجلت في بعض دول العالم عن تفشي هذا النوع

من المرض منها ظهور ١٨ حالة تسمم في واشنطن من تناول جبن سويسرى يحتوى أكثر من مائة جزء في المليون من الهستامين. وعموماً فإن هذا النوع من التسمم ينتج عن تناول أطعمة تحتوى كميات كبيرة من الهستامين مثل بعض أنواع من الأسماك (تونة - مأكريل) والجبن. وينشأ هذا التسمم عن فعل إنزيم Histidine decarboxylase بفعل بعض سلالات من بكتريا *L. buchneri* ومما يشجع على ظهور حالات التسمم الهستامينى:

١- وجود أدوية مثبطة لهدم الهستامين مثل مضادات الملاريا Antimalarials وأدوية السل (مركبات Isoniazied).

٢- وجود أمينات أخرى بالغذاء تثبط الأنزيمات المسؤولة عن هدم الهستامين فى الأمعاء الدقيقة، كما وجد أن DAO, MAO تهدم البيوترسين والكادافيرين أولاً وبذلك يبقى الهستامين دون هضم، والهستامين غير المهضوم يمر بسهولة عبر الأمعاء ويمتص ويسبب التسمم. وتعرف الأمينات المثبطة للأنزيمات المسؤولة عن هدم الهستامين بأسم الأمينات التعفنبة Putrefactive ومن أمثلتها البيوترسين، الكادافيرين. ولعديد من البكتريا خاصة التابعة لعائلة Enterobacteriaceae القدرة على إنتاج البيوترسين بفعل إنزيم Ornithine decarboxylase والقدرة على إنتاج الكادافيرين بما تفرزه من إنزيم Lysine decarboxylase.

وتظهر أعراض التسمم من الهستامين نتيجة تفاعله مع مستقبلات توجد على أغشية الخلايا وهى نوعان H_1 , H_2 يوجدان فى الإنسان وبعض الأجناس الأخرى حيث توجد هذه المستقبلات على:

أ- الأوعية الدموية المتعلقة بالقلب Cardiovascular حيث يتفاعل الهستامين مع المستقبلات الموجودة على هذه الأوعية مما يؤدى إلى إتساع الأوعية الدموية والشعيرات والشرابين مما يؤدى بدوره إلى انخفاض ضغط الدم وإلى الصداع.

ب- خلايا الأمعاء: وعند تفاعل الهستامين معها يؤدى إلى القيء والمغص والإسهال.

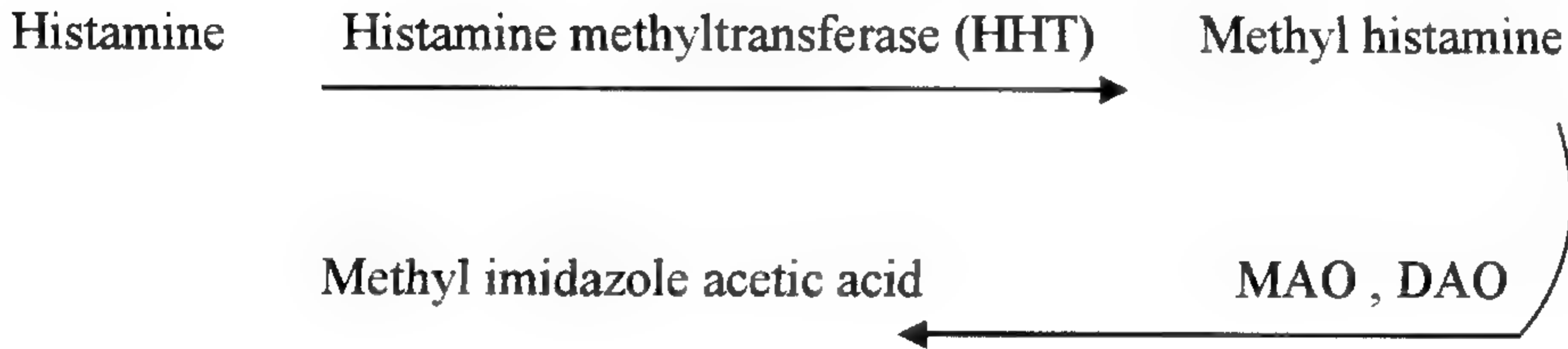
ج- الخلايا المبطنة لجدار المعدة: وعند تفاعل الهستامين معها فإنه ينظم إفراز الحمض بالمعدة.

د- العصب الحركى والحسى: وعند تفاعل الهستامين معها يسبب تنشيط العصب والشعور بالألم (وخز) والميل للهرش.

وعليه فمن أعراض التسمم الهستامينى:

- ١- أعراض تظهر على الجلد: أرتكاليا - طفح جلدى - أودىما - إلتهاب موضعى.
- ٢- أعراض تتعلق بالجهاز الهضمى: غثيان - قئ - مغص - إسهال.
- ٣- أعراض تتعلق بالجهاز الدورى: إنخفاض ضغط الدم - سرعة خفقان القلب - عرق - صداع - إحمراز الوجه.

ويوضح التخطيط التالى مسار تمثيل الهستامين



ويلاحظ ان الإنزيمات MAO, DAO, HHT توجد بالأمعاء وتقوم بهدم الهستامين، ولكن وجود بعض المثبطات لهذه الإنزيمات مثل الأمينات التعفنفة وبعض الأدوية فإن الهستامين لا يهدم ويمتص فى الدم مما يسبب التسمم الهستامينى.

ونظراً لأن الجبن من أهم الأغذية للكبار والصغار والتي قد تكون مصدراً لهذه الأمينات فأرى:

- ١- إجراء تحديث وإستكمال المواصفات القياسية المصرية الخاصة بمنتجات الألبان المختلفة خاصة ما تحتويه من مركبات ضارة مثل الأمينات الحيوية.
- ٢- إجراء مسح للجبن الموجودة بالسوق المصرية للوقوف على مدى مطابقتها للمواصفات العالمية على أن يتم ذلك بصفة دورية.
- ٣- تشجيع الدراسات الغذائية التى تهدف إلى تقدير متوسط مايتناوله الفرد بمصر من الأمينات الحيوية يومياً ومقارنة ذلك بالحدود المسموح بها عالمياً.

٤- تشجيع الدراسات والمشاريع البحثية التي لها تأثير فعال في تثبيط الأجناس البكتيرية على إنتاج وتكوين الأمينات الحيوية بالغذاء.

٥- تشديد الرقابة على أماكن إعداد الوجبات الغذائية للتأكد من تداول الجبن السليم غذائياً وإتباع الطرق الصحية في تداول وتخزين هذه الوجبات والكشف عن أى مخالفات تتعلق بهذا الخصوص.

٦- نشر الوعي الغذائى بين أفراد المجتمع عن طريق إعداد برامج ثقافية وإرشادية فى وسائل الإعلام توضح ما يحدث من أضرار نتيجة تناول مواد غذائية ملوثة بكثير من الأمينات الحيوية.

٧- إتباع الطرق السليمة فى إعداد وتصنيع الجبن (نظافة لبن ومعدات وبسترة) وذلك للحد من تكوين المواد الضارة بها خاصة الأمينات الحيوية.

الفصل الحادى والعشرون

التلوث الناتج عن بعض المواد المضافة للبن ومنتجاته

قد يضاف للغذاء بصورة عمدية بعض المواد بقصد إطالة مدة حفظه (مواد حافظة) أو تحسين بعض خواصه (مواد ملونة - مواد تحلية ...) وتسمى هذه المواد بالمضافات الغذائية Food additives وتعتبر هذه المواد من ملوثات الغذاء لو أضيفت إليه بنسب أعلى من الحد المصرح به أو إذا كان من المحظور إستخدامها. وفى هاتين الحالتين يعتبر غشاً ونسوق فيما يلى بعض هذه المواد:

١- المواد الحافظة

هى مركبات كيميائية تضاف للغذاء بكميات صغيرة للحد من أو قتل الكائنات الحية الدقيقة المسببة لفساد الغذاء. وهى إما أن تكون طبيعية مثل كلوريد الصوديوم أو محضرة بالمعمل أو منتجة بواسطة كائنات حية دقيقة. وتعمل المواد الحافظة إما بتأثيرها على مدى نفاذية الخلية أو بتأثيرها على بعض التفاعلات الإنزيمية بالخلية واللازمة للتمثيل الغذائى لها. وبعض هذه المواد محظور إستخدامها والبعض الآخر محرم إستخدامه فى بعض الدول ومصرح بإستخدامه فى دول أخرى ولكن بحدود لايسمح بتجاوزها. ومن أمثلة المواد المحرمة أو المسموح بإستخدامها فى حدود لايسمح بتجاوزها.

أ- فوق أكسيد الأيدروجين

إستخدم كمادة حافظة للبن فى ألمانيا سنة ١٩٠٠. وإعتبرت إيطاليا إضافته قانونياً وبديلاً للبسترة. وإقترحت منظمة الزراعة والأغذية الدولية FAO إمكانية إستعماله

لتحسين حفظ اللبن وليس بديلاً للبسترة لأن إضافته بنسبة من ٠,٠١ : ٠,٠٨ ٪ من وزن اللبن لا يؤدي لقتل الميكروبات المرضية وتأخذ جمهورية مصر العربية بإقتراح منظمة الزراعة والأغذية الدولية FAO بمعنى أنه ليس بديلاً للبسترة. وطريقة استخدامه: يضاف بمعدل ٠,١ ٪ من وزن اللبن، وبعد نصف ساعة تضاف كمية من إنزيم الكتاليز على ٤٠م° لتحطيم فوق أكسيد الأيدروجين، وبعد ١٥ دقيقة يعامل اللبن حرارياً (بسترة) لتنشيط الإنزيم. إذ يجب خلو اللبن منه قبل التصنيع. ورغم أن استخدام فوق أكسيد الأيدروجين كمادة حافظة باللبن يمتاز بزيادة قدرته على الحفظ بارتفاع الحرارة (المناطق الحارة) وبسهولة إزالته من اللبن، وقلة ضرره بالنسبة لفيتامينات A, E والكازين ومجموعة فيتامين B عدا B₁₂. إلا أنه يسبب ظهور طعم معدني ويؤثر على بعض الفيتامينات فيتلفها مثل B₁₂ ويؤدي لنقص في القيمة الغذائية ٦٪ بسبب التغير البروتيني خصوصاً نقص الحمض الأميني ميثونين فقد ثبت أنه غير ثابت في وجود H₂O₂. كما أن فوق أكسيد الأيدروجين سام وضار بالأنسجة الحية لذا غير مصرح به في بعض الدول كما هو الحال في قانون الأغذية الأمريكية.

ب- الفورمالين

يحرم استخدامه كمادة حافظة للبن لماله من آثار ضارة صحية تتمثل في تهيج الأنسجة المخاطية للجهاز الهضمي (القرح) وتعطيل نشاط الإنزيمات الهاضمة إذ يتفاعل أيضاً مع البروتين مما يصعب هضمه بالإضافة إلى أن له تأثير تجمعي. وبجانب آثاره الصحية الضارة له آثار تكنولوجية فهو يسبب تجمد البروتين مما يؤدي لصعوبة تقدير الدهن، ويسبب تغير الفلورا Flora في المنتجات اللبنية مما يتسبب في عيوب في هذه المنتجات. كما أن زيادته باللبن قد يؤدي لإطالة مدة التجبن.

ج- النترات والنترت

مصادرها: توجد طبيعياً في البيئة فهي نواتج أكسدة النيتروجين (الذي يمثل ٧٨٪ من الهواء الجوى) بفعل الميكروبات في الماء والنبات والتربة وإلى حد ما بفعل الشرارات الكهربائية Electrical discharges مثل البرق. وتوجد طبيعياً في الغذاء

ويلاحظ أن ٩٤٪ من الموجود بالغذاء مصدرها الماء والأغذية النباتية، ٦٪ مصدرها اللحوم المصنعة وتوجد كميات قليلة من النترات فى الأسماك ومنتجات الألبان. ومن مصادر النترات المياه (خاصة الجوفية) والنباتات والحيوانات المتحللة، المخصبات الزراعية، السماد والفضلات الأدمية، كما أن النتريت قد يتكون من زيادة الأمونيا فى مياه الشرب نتيجة تفاعلها مع الكلورين وتكوين الكلورامين.

ويحصل الإنسان البالغ على ٨٥ - ٩٠٪ من النترات من الخضروات والحبوب والفاكهة فهى تحتوى ١٧٠٠ - ٢٤٠٠ مجم / كجم غذاء. وهى تتركز فى أعناق وأوراق وسيقان الخضروات الورقية مثل السبانخ والكرفس والكرنب والقنبيط، (السبانخ المطبوخة إذا أعيد تسخينها بعد حفظها ١ - ٢ يوم لاتقدم للأطفال وتقدم للبالغين فقط لإرتفاع محتواها من النتريت).

كما توجد النترات فى جذور البنجر والفجل وتعتبر البطاطس مصدراً رئيسياً للنترات، وتقل فى جذور الجزر والبطاطا وثمار الطماطم والفاصوليا الخضراء، وتوجد فى الفاكهة بكميات غير محسوسة ولكن بتركيز أعلى فى الموز. أما الحبوب فمحتواها من النترات أقل من المستويات التى تسبب مخاطر صحية للإنسان ولكنها تتراكم فى بعض التوابل مثل الزنجبيل. كما تسهم النترات التى مصدرها المواد الحافظة المضافة إلى إرتفاع نسبتها فى الأغذية المحفوظة.

ويؤدى النشاط الميكروبي فى الخضروات أثناء النقل والتخزين إلى إختزال النترات إلى نتريت. إلا أن الطهى والتصنيع يؤدى لخفض مستوى النترات فيصل الفقد إلى ٦٠٪ فى البطاطس بعد تقشيرها وطهيها. كما يعتبر حمض الأسكوربيك والألياف والتوكوفيرولات فى الخضروات والفاكهة عوامل وقائية تقلل من التأثير الضار للنترات.

ومصدر النترات فى اللحوم المصنعة هو إستخدامها كمادة حافظة وتحدد الدول الحد الأقصى لها ففى الولايات المتحدة تحدد الا يزيد كمية النترات عن ٠,٥ جم نترات / كجم لحم، ٠,٢ نتريت / كجم لحم، وفى مصر لاتزيد نسبة النترات والنتريت عن ٠,٣ جم / كجم بسطرمة، ٠,٠٢٥ جم / كجم سجق ولانشون. إلا أن معظم اللحوم المصنعة تحتوى نسباً أعلى من المواصفات وذلك لعدم وجود

مواصفات لملاح التتبيل المستخدم فى تصنيعها والتي تحتوى كميات متفاوتة من النترات.

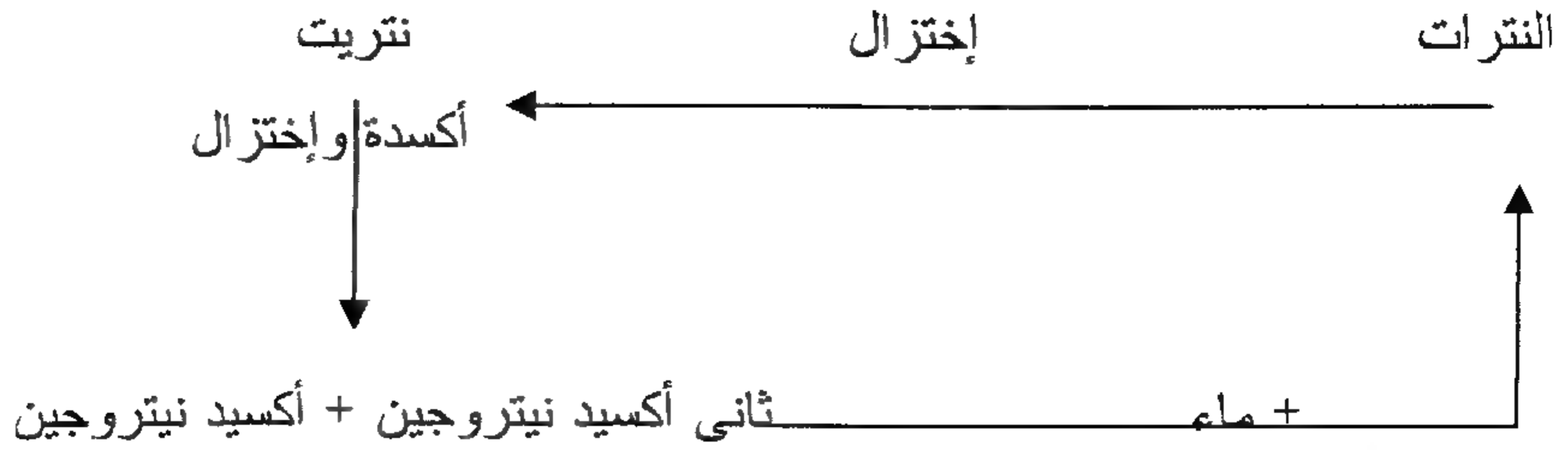
اما فى اللبن ومنتجاته فمصدر النترات والنتريت هو ماقد يوجد باللبن من ماء الشرب المعطى للحيوان أو وجود بقايا من المياه فى أوانى اللبن بعد تنظيفها، والمصدر الآخر هو ماقد يضاف إلى اللبن الداخلى فى صناعة الجبن عادة وقد يستخدمه البعض كمادة حافظة (غير مصرح بها) ويوضح الجدول التالى (٧٦) محتويات النترات والنتريت فى عينات أخذت عشوائياً من الأسكندرية (ساقية الحوش ١٩٩٤) من اللبن والجبن.

جدول (٧٦) محتويات النترات والنتريت فى عينات أخذت عشوائياً من اللبن والجبن

المنتج	النترات مجم / كجم	النتريت مجم / كجم	المنتج	النترات مجم / كجم	النتريت مجم / كجم
لبن خام	٣,٩	لم يستدل	جبن أبيض	٦٢,٥	٠,٩
لبن مبستر	٤,٨	لم يستدل	جبن كامل الدسم	٧١,٢	١,١
لبن مكثف	٩٤,٦	١,٠٢	جبن مطبوخ	٢٩,٢	٠,٥١
لبن مجفف	٨٧,٣	١,٣	جبن جاف	١٧,٨١	٢,٩٢

دورة النترات والنتريت:

النترات أكثر صور النيتروجين المؤكسدة ثباتاً ولكن يمكن أن يختزل بفعل الميكروبات إلى النتريت وهو مركب كيميائى معتدل النشاط. يدخل النتريت فى تفاعلات أكسدة وإختزال فى تكوين أكسيد النترىك وثانى أكسيد النيتروجين. ويتفاعل ثانى أكسيد النيتروجين مع الماء يتولد عنه كمية كبيرة من النترات ويعاود النتريت الدورة كما يلى:



تمثيل النترات بالجسم

تقدر كمية النترات التي يتعاطاها الشخص البالغ بحوالى ٥١ مجم فى اليوم (٤٤ مجم فى مياه الشرب). وتقدر النترات المخلقة فى المعدة (داخلياً) يومياً بحوالى ٦٢ مجم وذلك بفعل البكتريا، وتزيد هذه الكمية بتقدم العمر وإصابة الجهاز الهضمى. أما الهواء الجوى فيسهم بكمية مهملة من النترات، إذ يتنفس الإنسان البالغ ٢٠م^٣ من الهواء يحتوى ١٨ µg نترات، ويتنفس الطفل ٢م^٣ من الهواء يحتوى ١,٨ µg نترات.

وتمتص النترات فى الجزء العلوى من الأمعاء الدقيقة وتوزع بسرعة خلال الدم وأنسجة الجسم. وفى الظروف العادية يتخلص الجسم من ٨٠٪ منها فى الأطفال والشباب، ٥٠ - ٦٥٪ فى الكبار حيث تفرز فى البول بواسطة الكلى كما يفرز بعضها فى صورة يوريا أو أمونيا وذلك فى ظرف ٤ - ١٢ ساعة من تناولها (لايوجد نترت عادة فى البول). وباقى النترات تظل بالجسم ويعاد تدويرها إلى الغدد اللعابية بتجويف الفم حيث يختزل (٢٥٪ تقريباً) إلى نترت بفعل اللعاب وبكتريا الفم. وفى بعض الحالات المرضية التى تؤدى لإرتفاع pH المعدة مما يشجع البكتريا المختزلة للنترات وكذلك عند تناول كميات كبيرة من النترات بالغذاء فإن النترت المتكون يمتص بسرعة فى كل من المعدة والأمعاء الدقيقة حيث يتفاعل مع الأمينات الثانوية والثلاثية والأميدات لتكوين مركبات النيتروز N ñ nitroso والمسئولة عن أمراض منها Gastric cancer, Methaemoglobineamia أى التسمم الناشئ عن النترت.

ورغم ماقد تسببه النترات والنترت من أضرار صحية عند تعاطيها بالغذاء بكميات كبيرة وفى حالات أمراض الجهاز الهضمى إلا أن لهذه المركبات بالجرعات العادية وسلامة الجهاز الهضمى أهمية فسيولوجية إذ يتكون منها فى الجسم النترت

وأكسيد النتريك وهما مركبات هامة فسيولوجية للإنسان فأكسيد النتريك ناقل حيوى هام للنقل العصبى ومنظم لضغط الدم ومنشط للنظام المناعى، كما أن النتريت تحمى الجهاز الهضمى للإنسان من الميكروبات المرضية.

ملحوظة: يحتوى لعاب الإنسان ٨ - ١٢ ppm نتريت.

إستخدام النترات والنتريت:

تستخدم فى المخصبات Fertilizers والمفرقات وعوامل مؤكسدة فى الصناعات الكيماوية، وتستخدم لوقف أو تأخير الفساد الكيماوى أو الميكروبى فى منتجات اللحوم وفى صناعة الجبن خاصة الجبن الجافة ونصف الجافة والمسواة بالفطر فهى لا تثبط نشاط الفطر أو الخميرة.

ففى صناعة اللحوم تستخدم النترات بتركيزات ١٠٠ - ٢٠٠ مجم / كجم ويساعد ذلك خاصة على pH ٦ على منع سلالات من:

Achromobacter, Aerobacter, Eacherichia, Flavobacterium, Micrococcus, Pseudomonas spp.

أما ميكروبات *Closteridia, Salmonella, Lactobacilli* فهى أكثر مقاومة.

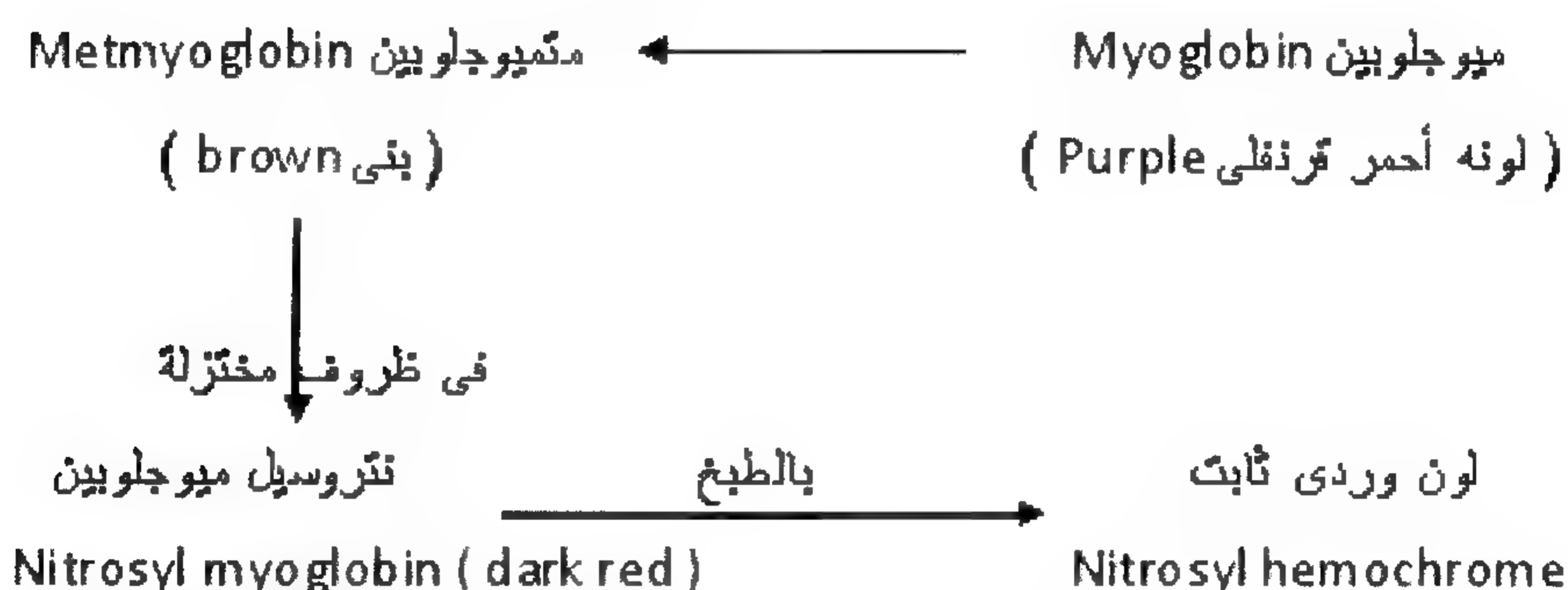
وقد تضاف النتريت بدلاً من النترات ولكن بكميات صغيرة أقل من ١٥٠ جزء / مليون وذلك لمنع نمو *Cl. botulinum* وإنتاج سمومها.

وفى صناعة الجبن فبعض الدول كفرنسا تحرم إضافة النترات أو النتريت لصناعاتها، وتسمح بعض الدول بذلك والحد الأقصى المسموح به فى هذه الدول هو ٥٠ مجم نترات / كجم جبن والبعض يصرح بإضافتها بمعدل ١٠ جم نترات بوتاسيوم لكل ١٠٠ لتر لبن والهدف من إضافتها هو منع الإنتفاخ الحادث بالجبن سواء المبكر فى أوائل مراحل التسوية والتى تسببه بكتريا الكوليفورم أو الإنتفاخ المتأخر فى نهاية مراحل التسوية والذى تسببه بكتريا الكوليسترديم، وذلك بمنع نمو جراثيم هذه البكتريا والتى تقاوم البسترة إلا أنها حساسة للنترات الذى ينتج عن إختزالها النتريت المثبط لهذه الجراثيم وبجانب الدور المضاد للميكروبات Antimicrobial للنتريت فإن لهذه

الأملح دور وظيفى آخر فى المنتجات التى تضاف إليها وفيما يلى شرح لهذه الأدوار:

١- النترات والنترت كعوامل وظيفية Functional ingredients of nitrites:

مواد مضادة للأكسدة فعالة Apotent antioxidant وتسهم فى تطور (تحسين) طعم المنتجات التى تضاف إليها، فيقال أن النترات تهدم بسرعة إلى أكسيد نترك الذى يتفاعل مع الروابط غير المشبعة بين ذرات الكربون ويتناسب مقدار أكسيد النترك المتفاعل مع درجة عدم التشبع. وبجانب تأخير التزنخ الأكسدى Oxidative rancidity تستخدم النترات فى Cured meat صناعة اللحوم لثبيت لونه الوردى Pink colour وذلك بتكوين Nitrosyl hemochrome complex نتيجة إرتباطها مع الجلوبيولين العضلى Myoglobin كما فى الخطوات التالية.



وقد يقلل هذا التفاعل أيضاً من معدل أكسدة الدهن فى اللحم إذ عندما يتفاعل النترت مع مركبات الهيم لتكوين الصبغات يتم إختزال أيون الحديدك Fe^{+3} (الحالة المؤكسدة) وهو الصورة النشطة فى أكسدة الدهون إلى أيون الحديدوز Fe^{+2} وهو الصورة غير النشطة مما يقلل من معدل الأكسدة.

٢- النترات والنترت كعوامل مضادة للميكروبات

تعمل النترت على تثبيط تمثيل الخلية البكتيرية عن طريق تثبيط أنظمة منها

أ- تثبيط نظام Inhibition phosphoroclastic system

يتكون هذا النظام من مركبين هما:

١- Ferredoxin: وهو إنزيم يحتوى الحديد والكبريت.

٢- وإنزيم آخر هو Pyruvate ferredoxin oxidoreductase وهو يتكون من جزئ واحد من البروتين يحتوى الثيامين Pyrophosphate والحديد. وهذا النظام هام فى الكوليسريديا Clostridia فيشارك فى تخليق ATP من البيروفات ويستخدم ATP كمصدر للطاقة لتخليق مواد خلوية جديدة مطلوبة للنمو والحديد الموجود بالنظام مركب مطلوب لإنبات جراثيم الكوليسريديا ونموها وإنتاج التوكسين، وعليه فإن التفاعل بين أكسيد النتريك (المركب المشتق من النتريت) مع الإنزيمات المحتوية على الحديد الموجود بنظام Phosphoroclastic سوف يمنع من تخليق ATP من البيروفات.

ب- تثبيط النظم الإنزيمية الأخرى Inhibition enzyme systems

فى الوسط الحمضى يوجد النتريت أساساً فى صورة حمض النيتروز و / أو أكسيد النتريك وتعتبر النتريت وأكسيد النتريك وحمض النيتروز جزيئات نشطة جداً لها القدرة على التفاعل مع إنزيمات ميكروبيه مختلفة خاصة تلك الإنزيمات المحتوية على الحديد و/ أو مجموعات SH وتختلف ميكانيكية التفاعل تبعاً لنوع الميكروب (جدول ٧٧).

جدول (٧٧) تفاعلات المركبات النشطة من النتريت مع بعض الإنزيمات الميكروبية

الميكروب	ميكانيكية التفاعل
<i>C. perfringens</i>	بتفاعل حمض النيتروز مع إنزيمات الخلية البكتيرية وإنزيمات تخمر الجلوكوز مثل Glyceraldehyde ٥ 3- phosphate dehydrogenase وكذا إنزيم الألدوليز Aldolase.
<i>C. pasteurianum</i>	بتفاعل أكسيد النتريك مع نظام النيتروجينز Nitrogenase system والذى يتكون من بروتينات تحتوى جزئين حديد.
<i>E. coli</i>	بتفاعل النتريت مع Aldolase وتثبيط الناقل النشط للبرولين .
<i>P. aeruginosa</i>	بتفاعل النتريت مع أكسيديز السيتوكروم Cytochrome oxidase بأكسدة الحديدوز الموجود بالسيتوكروم إلى حديدك.
<i>Staph. aureus</i>	بتفاعل النتريت مع مواقع السلفاهايدريل فى Coenzyme A أو α ٥ Lipoic acid.

ورغم التأثير المثبط للنتريت، فإن النترات ليست مثبطة لبكتريا حمض اللاكتيك، لذا يمكن استخدام النترات في اليوغورت لحفظه دون تثبيط بكتريا حمض اللاكتيك.

كما تستطيع *S. faecalis*, *S. lactis* مقاومة النتريت رغم إحتوائها على إنزيم Aldolase الحساس للنتريت. وهذا يوضح أن هذه البكتريا غير منفذة للنتريت.

العوامل المؤثرة على كفاءة النتريت :Factors affecting the efficacy of nitrites

١- pH: النترات أكثر تثبيطاً للبكتريا في الوسط الحمضي خاصة عند pH ٦ فأقل فعند خفض الـ pH من ٧ : ٦,٩ يزداد معدل تثبيط *Cl. botulinum* عشر مرات (أضعاف).

وعند خفض الـ pH بمقدار وحدة واحدة يزداد معدل تثبيط *Bacillus, C. sporogenes, Stap. Aureus* عشرة أضعاف، ويفسر ذلك بتكوين حمض النيتروز النشط لذا يزيد تأثير النترات بإضافة مواد منتجة للحموضة مثل جلوكوز دلتا لاكتون أو استخدام ميكروبات مكونة للحموضة، وزيادة الحموضة تقلل من كمية النترات اللازمة لتثبيط الجراثيم ففي إحدى التجارب على جراثيم *Staph. Aureus* وجد عند pH ٦,٩ تحتاج للتثبيط ٤٠٠٠ جزء / مليون نترات وتقل هذه إلى ٤٠٠ جزء / مليون، ٨٠ جزء / مليون بخفض الـ pH إلى ٥,٨، ٥,٥ على التوالي.

٢- الأكسجين: النتريت أكثر ثباتاً في الظروف اللاهوائية ففي بيئة هوائية أمكن *Stap. Aureus* النمو في وجود تركيز عالٍ من نتريت الصوديوم عن المزارع النامية في ظروف لاهوائية.

٣- ملح الطعام: إضافة ملح الطعام يزيد من الفعل المثبط للنتريت وبمعنى آخر يقلل من التركيز اللازم منها.

فقد وجد أن تركيز ٩ - ١٠,٥ ٪ ملح طعام يمكن أن يثبط *Cl. botulinum* وإنتاجها للتوكسين ولكن عند إضافة النتريت بنسبة ٧٥ - ١٥٠ جزء / مليون فإننا نحتاج فقط ٥,٨ : ٤,٩ ٪ ملح طعام لإيقاف أو تثبيط تكوين السموم.

٤- تأثير مكونات أخرى: من العوامل التي تقلل إنتاج سم *Cl. botulinum*: وجود سوربات البوتاسيوم - زيادة ملح الطعام وصغر حجم التلقيح وإنخفاض الـ pH

وإنخفاض حرارة التخزين. ويقال أن تثبيط الكوليسترديا يزداد عند إضافة الحديد فقد وجد أن اللاكتوفيرين والترانسفيرين (تحتوى الحديد) تتفاعل مع النتريت لتكوين مثبط فعال ضد نمو *B. cereus*.

مصير النترات المضافة لصناعة الجبن Fate of nitrate in cheese

عند إضافة النترات إلى اللبن الداخل في صناعة الجبن ينتج عنه نتريت بفعل إنزيم زانثين الأكسيديز الموجود باللبن وفي الصناعة يفقد مايقرب من ٧٠٪ من النترات والنتريت المضافة في الشرش. والجزء الباقي في الجبن قد لا تكون له خطورة صحية كبيرة إذ أن الجزء المتبقى في الجبن (نتريت) يقل أثناء التخزين فقد يتفاعل مع الكازين أو يتحول إلى أكسيد النتريك أو نيتروجين عن طريق الإختزال ببعض سلاسل اللاكتوباسلاي. ففي بعض التجارب في جبن جودا أضيف ١٥ جم نترات لـ ١٠٠ لتر لبن كانت نسبة النترات في الجبن الناتج ٥٦ مجم / كجم جبن بعد الصناعة مباشرة وإنخفضت إلى ٣٠ مجم / كجم بعد ٦ أسابيع وبعدها حدث إنخفاض ضئيل. ومن ذلك نرى أن الشرش الناتج يحتوى كمية كبيرة من النترات خطرة بصحة الإنسان خاصة إذا كان الشرش يستخدم بعد تركيزه وتجفيفه مما يؤدي لزيادة معدل النترات والنتريت به وتكوين النيتروز أمينات، ولما كان الشرش يستخدم كمقوم Ingredient في صناعة الأغذية لذا يجب الإهتمام تجاه الأغذية خاصة المصنعة للأطفال والتي يدخل فيها هذا الشرش لما ميسببه من أضرار صحية، ففي بعض الأبحاث عن شرش ناتج من جبن مصنع بإضافة النترات وجد أن الشرش الناتج من صناعة جبن إستخدم في صناعته لبن أضيف إليه ٢٠ جم نترات / ١٠٠ لتر لبن، أن النترات في الشرش الناتج من صناعة هذا الجبن هو حوالى ١٤٣,٤ مجم نتريت / لتر شرش. ويحتوى الشرش المجفف على مستويات عالية من النترات والنتريت تصل إلى ٦٤٤ - ٩٣٧ مجم نترات، ١,١ - ١,٣ مجم نتريت لكل كجم من الشرش المجفف.

التأثير السام للنترات والنتريت:

الإحتياجات اليومية المقبولة ADI تبعاً لمنظمة الصحة العالمية WHO ٠,٥ مجم نترات أو ٠,٢ مجم نتريت لكل كيلوجرام من وزن الجسم. ولم تذكر المواصفات القياسية المصرية شيئاً عن إستخدام النترات في صناعة الجبن سواء أكانت قانونية أو

غير قانونية بينما وزارة الصحة تنص على إمكانية استخدام تركيز ٠,٠٤ نترات بوتاسيوم وهذا يتمشى مع ما تنص عليه تشريعات بعض الدول التي تسمح باستخدام النترات في صناعة الجبن إذ أن هناك دولاً تحرم استخدامها.

تسمم النترات :

ويلاحظ أن التركيزات المنخفضة من النترات أو النتريت في الجبن لا يمثل خطورة على المستهلك إلا أن زيادة الكمية المضافة قد ينشأ عنه أخطار صحية فتعاطى ٨ - ١٥ جم نترات تسبب إتهابات معدية شديدة مع ألم في البطن ودم في البول والبراز وضعف صحي كما أن التعاطى المستمر من الجرعات الصغيرة من النترات تسبب سوء هضم وخلل عقلي Metal depression وصداع ونقص الأكسجين في الأنسجة Anoxia مما يؤدي لزيادة نفاذية الغشاء المخاطي للأنتيجينات كما ينشأ عنه أيضاً تدهور الغدة الدرقية وضعف الجهاز المناعي وتغيرات في رسم القلب.

تسمم النتريت :

ورغم أن تسمم النترات في الإنسان أمر غير شائع ولكن التسمم يرجع أساساً لإختراله إلى نتريت وذلك إما خارجياً في الأغذية المحتوية على نترات وذلك بفعل الميكروبات أثناء نقل وتخزين وتصنيع هذه الأغذية وإما داخلياً في القناة الهضمية وتجويف الفم حيث يتحول ٦ - ٧٪ من النترات إلى نتريت في بحر ٤ - ٢٤ ساعة. ومن أعراض التسمم بالنتريت إزرقاق البشرة Cyanosis وإنخفاض ضغط الدم وزيادة معدل ضربات القلب.

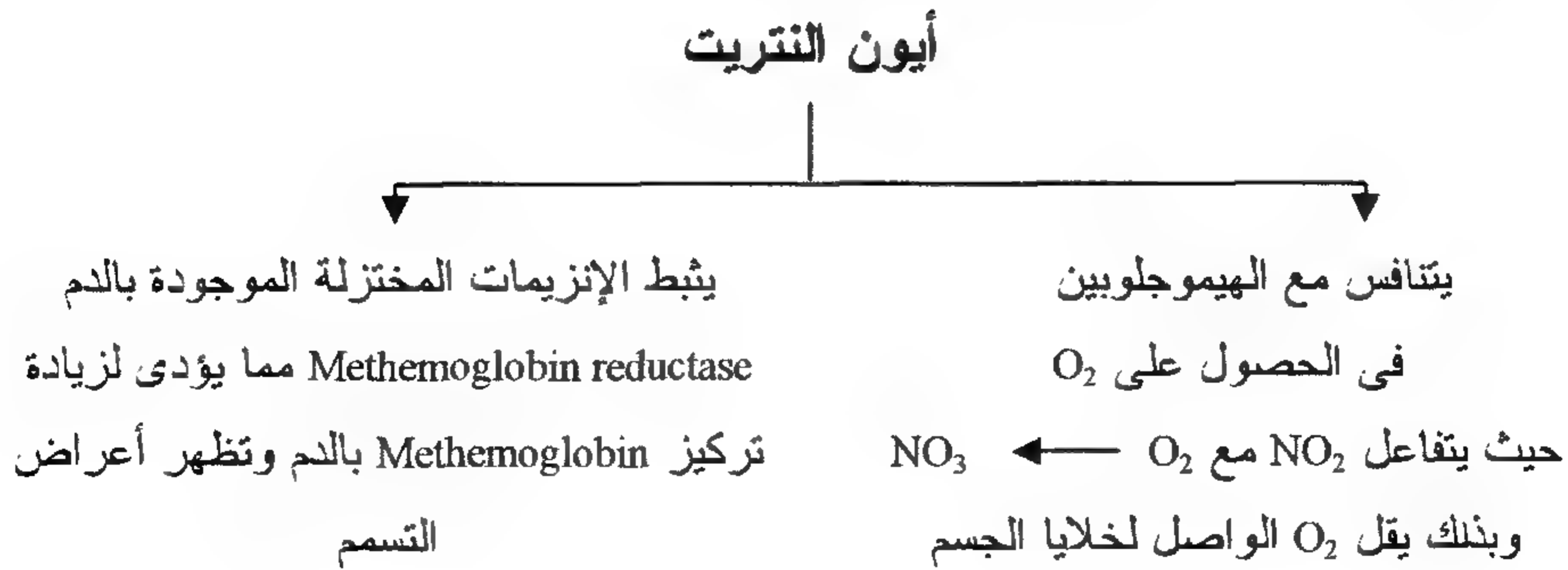
ويعود التأثير السام للنتريت إلى تفاعله في المعدة مع الأمينات الثنائية والثلاثية والأميدات الموجودة بالغذاء وتكوين مركبات النيتروز N-nitroso ñ compounds وهي مركبات سرطانية كما قد تتفاعل النتريت مع هيموجلوبين الدم مكونة Methemoglobin نتيجة أكسدة الحديدوز إلى حديديك مما يمنع أو يقلل من قدرة الدم على نقل O₂ وتوصف هذه الحالة المرضية باسم Methemoglobinemia. ويعتبر الأطفال أكثر حساسية للتأثير السام لمركبات النترات والنتريت.

ظاهرة الميثيموجلوبينيميا Methemoglobinemia (التسمم الناشئ عن النتريت):

وتحدث هذه الحالة نتيجة أكسدة ذرة الحديد في الهيموجلوبين Hemoglobin من حالة الحديدوز Fe^{2+} إلى حالة حديدك Fe^{3+} ويتحول إلى هيموجلوبين غير قادر على نقل الأكسجين في الجسم ميثيموجلوبين Methemoglobin ويمكن تفسير ما يحدث فيما يلي: من المعروف أن هيموجلوبين الدم يحتوى أيون الحديدوز وهو المسئول عن إمتصاص الأكسجين من الدم ونقله إلى خلايا الجسم، وقد تتكون نسبة ضئيلة من مركب Methemoglobin يحتوى أيون الحديدك وهى نسبة لا تتعدى ٠,٨٪ من نسبة هيموجلوبين الدم وهذه النسبة تقوم إنزيمات مختزلة موجودة بالدم إلى إختزالها بمجرد تكوينها إلى هيموجلوبين. ولكن فى حالة وجود أيونات النتريت فإن هذه الأيونات تقوم بالعمليات التالية:

١- تنافس الهيموجلوبين فى الحصول على O_2 وتتفاعل معه وتعطى نترات وبذلك تقل كمية O_2 الواصلة إلى الخلايا فتموت ويموت الكائن الحى .

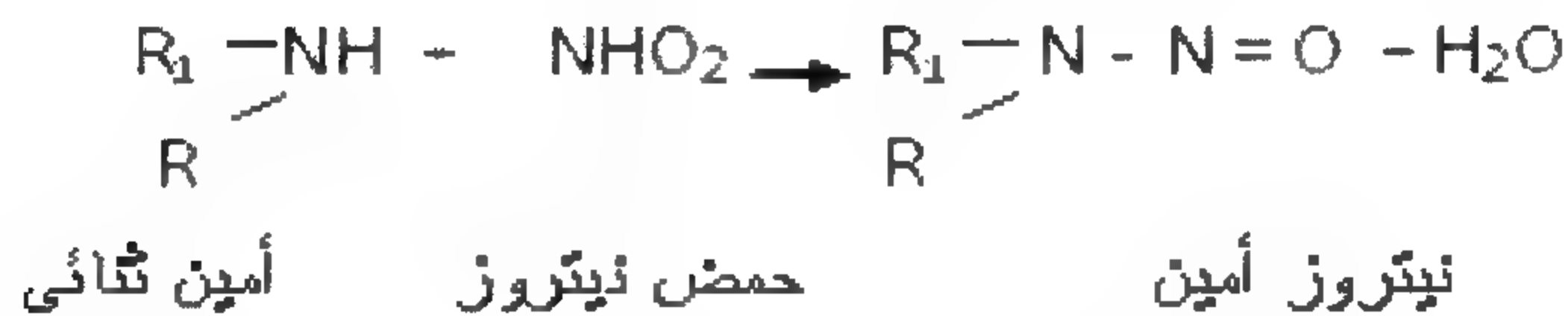
٢- تعطل الإنزيمات الإختزالية التى تختزل ماقد يتكون من مركب Methemoglobin وبذا يتراكم هذا المركب الأخير فى الدم، وتظهر أعراض التسمم به عندما تصل نسبته فى الدم ١٠٪ من نسبة الهيموجلوبين، وتحدث إضطرابات فى التنفس والنبض عندما تصل نسبته ٢٠٪ من نسبة الهيموجلوبين، وتحدث الوفاة عندما تصل نسبته ٧٠٪ من نسبة الهيموجلوبين.



ويعتبر الأطفال الرضع أقل من ٣ شهور أكثر حساسية للإصابة بحالة Methemoglobinemia عن الأطفال أو الكبار فيما عدا النساء الحوامل والأشخاص الذين يعانون من نقص وراثي في إنزيمات Methemoglobin reductase أو Glucose - Phosphate dihydrogenase ويرجع زيادة حساسية الرضع إلى نقص نشاط Methemoglobin reductase لديهم وقلة كفاءة المعدة في إفراز الحموضة وهذه تسمح بنشاط البكتريا المختزلة للنترات، وتحدث التسمم خاصة عند الرضع إذا كان معدل النترات في ماء الشرب (المستخدم في الرضاعة الصناعية) أكثر من ١٠٠ مجم / لتر خاصة إذا كان الرضيع مصاباً بأمراض الجهاز التنفسي أو بالإسهال.

مركبات النيتروزأمين N-nitroso compounds:

تتكون هذه المركبات نتيجة تفاعل الأمينات خاصة الأمينات الثانوية Secondary amines مع النترت أو حمض النيتروز



وقد تتكون كذلك من الأمينات الثلاثية Tertiaryamines ومركبات الأمونيوم الرباعية Quaternary ammonium compounds والأمينات الأولية Primary amines. ولكن تتكون من الأمينات الأولية بدرجة قليلة جداً مما يدل على أن الأمينات الأولية يجب أن تتحول إلى ثنائية كي تدخل في تكوين هذه المركبات وهذا ما قد يفسر انه رغم أن الهستامين والتيرامين من الأمينات الرئيسية في الأغذية مثل الجبن والسّمك إلا أنها لا تدخل ضمن الأمينات التي تتحول إلى نيتروز أمين. وتوجد مركبات النيتروزأمين في بعض الأغذية مثل الجبن والسّمك والبيرة وعيش الغراب والتوابل واللحوم المصنعة وزيت فول الصويا، كما توجد بكميات ضئيلة في الأغذية المجففة بالحرارة مباشرة مثل اللبن المجفف، والقهوة سريعة الذوبان. وبالنسبة للجبن فإن كمية النيتروزأمينات بها قليلة ومتضاربة فمعظم النتائج تشير إلى أن معدلها في الجبن أقل من ١٠ ميكروجرام لكل كيلوجرام من الجبن ومعظمها ١ - ٥ µg / كجم. ويبدو أنه لا يوجد علاقة ما بين ماحتويه الجبن من النيتروزأمينات وكل من النترات الداخلة في تصنيعها

أو كمية النترات المتبقية في الجبن بعد التصنيع فقد وجدت هذه المركبات (النيتروز أمينات) في الجبن التي لم تدخل النترات في تصنيعها وعموماً فإن كمية النيتروز أمينات التي تسهم بها الجبن في الغذاء قليلة جداً يمكن التغاضي عنها إذا ما قورنت بما تسهم بها الأغذية الأخرى.

وليست الأغذية هي المصدر الوحيد لهذه المركبات فقد تخلق في الجسم إذ أن الجسم ينتج النتريت، كما توجد هذه المركبات في السجائر وأدوات التجميل (ملازمة الجلد) وبعض الأدوية ومنتجات المطاط مثل إطارات السيارات والحلمات المطاطية للأطفال Pacifier والحلمات المطاطية لزجاجات رضاعة الأطفال Nipples وتنتقل للأطفال عند تعقيم هذه الحلمات، وتعتبر السجائر من المصادر الهامة للنيتروز أمينات في الإنسان فالشخص الذي يدخن علبة سجائر في اليوم فإنه يستنشق ١٤ - ١٨ جزء في المليون نيتروز أمينات يومياً، والمصدر التالي في الأهمية هو الإنتاج الداخلي في جسم الإنسان.

ومتوسط ما يتناوله الإنسان يومياً ٠,٥ - ١ µg تسهم الجبن بـ ٠,١ - ٤٪ منها كما أن حد الأمان ٥ - ١٠ µg / كجم غذاء في اليوم.

ويتوقف معدل تكوين هذه المواد في الغذاء على عدة عوامل من أهمها:

- الـ pH فأفضلها من ٢ - ٤,٥ (٣,٥) لذا تتكون في معدة الحيوان والإنسان لإنخفاض pH العصير المعدى. كما يزداد معدل تكوين هذه المركبات بزيادة تركيز المواد المتفاعلة ففي الوسط الحمضي المتعادل يتناسب معدل تكوينها مع تركيز الأمين ومربع تركيز حمض النيتروز أى أن

المعدل = ثابت (تركيز الأمين) (تركيز حمض النيتروز)^٢

$$\text{Rate} = K [R_2NH] [HNO_2]^2$$

ويكون أقصاها عند pH ٤,٣. وتتوقف درجة ثبات النيتروز أمين المتكون على قاعدية الأمين فمركبات النيتروز المتكونة من الأمينات الأحادية طيارة غير ثابتة أما المركبات المتكونة من الأمينات الثنائية أو الثلاثية فهي غير طيارة ولذا فهي ثابتة.

- ووجود المواد المضادة للأكسدة من العوامل التي تقلل أو تمنع أو تعوق تكوين مركبات النيتروز أمينات ومن هذه المضادات فيتامين C والتوكوفيرولات بتركيز ٥٠٠ - ١٠٠٠ مجم / كجم غذاء من فيتامين C، ١٠٠ - ٥٠٠ مجم توكوفيرول / كجم غذاء. وإستخدام فيتامين C والتوكوفيرول معاً أقوى من تأثير كل منهما على حدة. وهذا ما قد يفسر نقص خطورة النترات في بعض الأغذية مثل الأغذية الورقية فهي رغم إحتوائها على النترات (التي قد تتحول إلى نيتروز أمين) إلا أنها غنية بفيتامين C، E وهي مواد حامية فهي تمنع أو تعوق التحلل الحادث للنترت وبذلك لا تتداخل مع الأمينات فيقل تكون النيتروز أمين.

ويوجد أكثر من ٦٠ مركب من مركبات النيتروز أمينات مختلفة معظمها مواد مسرطنة قوية مثل Diethyl nitroamine, Dimethyl nitroamine وقد ثبت وجود هذه المركبات في معدة الحيوانات التي تتعاطى أغذية تحتوى أمينات وهذه المركبات ترتبط مباشرة بالـ DNA وتسبب أوراماً سرطانية في كثير من أعضاء الجسم ومن حسن الحظ يقال بأن الإنسان أكثر قدرة على مقاومة مركبات النيتروز أمين مقارنة بحيوانات التجارب حيث أن خلايا الإنسان لها قدرة على إصلاح DNA أضف إلى ذلك أن كثير من الأغذية تحتوى عوامل حامية مثبطة لعملية Nitrosation كما أن غالبية النيتروز أمينات المتكونة بها من النوع المتطاير. وفي اللحوم المصنعة يمكن تقليل فرصة تكوين النيتروز أمينات بإضافة مواد مختزلة (مضادة للأكسدة) مثل Erythorbate, Ascorbate لمخلوط التتبيل مع تقليل النترات المضافة.

د- حمض السوربيك وأملاح السوربات

وهي تضاف للبن الزبادى والجبن لمنع نمو "خطريات". وتعتبر أملاح السوربات وحمض السوربيك أكثر المواد الحافظة المعروفة أماناً.

هـ- ثانى أكسيد الكبريت

وقد يضاف إلى الجبن المطبوخ بهدف تبييض اللون، ونعومة الملمس. وقد ثبت أنه يتلف فيتامين B₁، ويسبب الحساسية (ربو)، ويؤذى الغشاء الداخلى للأمعاء والمعدة، والجهاز التنفسي خاصة عند الأطفال كما قد يضر بالكبد والكلى.

٢- المواد الصناعية المضادة للأكسدة

وهي تستخدم لحفظ المنتجات الدهنية ومن أمثلتها بيوتليدهيدروكسي أنيزول Butylated hydroxyl ansole وبيوتليد هيدروكسي تولوين Butylated hydroxyl toluene وهي تستخدم في كثير من الدول بتركيز لايزيد عن ٠,٠٢٪ في الأغذية. كما يصرح بإستخدامها كدهانات داخلية في مواد التعبئة والتغليف.

ويقال أن هذه المواد قد تكون سامة تسبب الإصابة بالسرطان، وتحدث تغيرات في الغدة الدرقية، وتزيد من نشاط إنزيماتها بدرجة غير طبيعية.

٣- الملونات الصناعية

رغم أنه لايسمح بإضافتها إلى اللبن ومنتجاته، إلا أنها قد تستخدم في صناعة بعض المثلجات اللبنية بقصد تحسين لونها وإيهام المستخدم بإحتواء الناتج بعض عصائر الفاكهة الطبيعية. وهناك هجوم كبير ضد إستخدام الألوان الصناعية في الأغذية خاصة أغذية الأطفال وينصح بالإقلال من إستخدامها. وفي مصر يسمح بإستخدام تسعة ألوان صناعية.

ويحذر علماء التغذية من إستخدام هذه الألوان إلا بعد التأكد من سلامتها وأمنها. إذ أن الكثير منها كان سبباً رئيسياً في قائمة طويلة من الأمراض لا يظهر آثارها إلا بعد مضي عدة سنوات لخاصية تراكمها في الجسم وبالتالي إفساد أجهزته.

٤- المحليات الصناعية

وهي مواد ذات طعم حلو، لا تنتمي إلى السكريات أو المواد الغذائية المعطية للطاقة. وهي مواد لا تحتاج إلى الإنسولين لهضمها. وتستخدم في الأغذية الخاصة بأمراض البدانة (لأنها لا تعطي سعرات حرارية للجسم) ولمرضى السكر. وقد تدخل في صناعة المثلجات اللبنية. ومن أكثرها إستخداماً:

السكالات: وقد تم منعه في كثير من الدول لأضراره.

السكرارين: وقد يكون ضاراً بالصحة، حيث أشارت إحدى التجارب إلى أنه قد يسبب سرطان المثانة.

الإسبرتام: وهو منتج شبه طبيعي يتكون من حمضين أمينيين (الإسبارتك - الفنيل ألانين) من مكونات البروتين.

سيسلفام - ك: وهو منتج صناعي يتميز بثباته الشديد، وتحمله لظروف التصنيع.

وقد يكون الإسبرتام أكثر أماناً يليه سيسلفام - ك ثم السكرارين.

٥- مواد مضافة أخرى

ومن أمثلتها المواد المكسبة للطعم والرائحة (طعم الموز - طعم الفراولة) وتضاف في صناعة الألبان المتخمرة، والمواد المحسنة للقوام. كما قد يضاف طعم بعض اللحوم أو الدجاج في صناعة بعض أنواع الجبن الخاصة. ويمثل الجدول التالي (٧٨) أهم المواد المضافة والحدود المسموح بها.

جدول (٧٨) يوضح الحدود المسموح بها من المواد المضافة يومياً (مجم / كيلوجرام من وزن الجسم)

نوع المادة المضافة	الحد المسموح به	نوع المادة المضافة	الحد المسموح به
١- المواد الحافظة			
حمض البنزويك وأملاحه	صفر - ٥	حمض البروبيونك وأملاحه	بدون حدود
حمض السوربيك وأملاحه	صفر - ٢٥	نيتريت الصوديوم	صفر - ٠,٢ (سام)
نترات الصوديوم	صفر - ٥	ثاني أكسيد الكبريت	٠,٣٥
٢- مضادات الأكسدة			
BHA	صفر - ٠,٣	BHT	صفر - ٠,٣
جالات البروبيل	صفر - ٢,٥	توكوفيرولات ألفا	٠,١٥ - ٢
٣- مواد ملونة			
كارموزين (أحمر)	١,٢٥	كوكسين الحديد (أحمر)	٠,١٢٥
أزوجرين (أحمر)	٠,١	أرتيروزين (أحمر)	٢,٥
أصفر غروب الشمس (أصفر)	٢,٥	طارطازين (أزرق)	٧,٥
الأزرق اللامع (أزرق)	٢,٥	بيتاكاروتين	٥
الأسود اللامع (أسود)	١	ريبوفلافين	صفر - ٥
مستخلص الأناتو	صفر - ٠,٠٦٥		صفر - ٠,٥
٤- المحليات الصناعية			
المانتول	صفر - ٥	السكرارين وأملاحه	صفر - ٢,٥ (سام)
إسبرتام	٤٠	إسيسلفام - ك	٩

وبصفة عامة فقد أظهرت كثير من النتائج آثاراً ضارة للمضافات المصنعة كيميائياً تمثلت فى:

- ١- خلل فى وظائف الكبد.
- ٢- إرتفاع نسبة الإصابة بالسرطان.
- ٣- نقصان الوزن العام ووزن الأعضاء ونقص هيموجلوبين الدم وكرات الدم البيضاء.
- ٤- زيادة نشاط الغدة الدرقية وخلل فى نظام التمثيل الغذائى.
- ٥- موت الجنين قبل ولادته أو تشوهات خلقية به، ونقص فى وزن الجنين.

المراجع باللغة العربية

- إحسان على محاسنة (١٩٩١): البيئة والصحة العامة. الشروق. عمان. العلوم الحياتية. جامعة مؤتة.
- أحمد عبدالوهاب عبدالجواد (١٩٩٥): تلوث المواد الغذائية. سلسلة دائرة المعارف البيئية. الدار العربية للنشر والتوزيع. طبعة أولى.
- أحمد عسكر وفتح الله الوكيل (١٩٨٧): المواد الحافظة للأغذية: الخواص - الاستخدام - التأثير. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.
- أمل عبد الرحمن (١٩٩٥): تأثير تلوث الغشاء المخاطي للفم. رسالة ماجستير. كلية طب الأسنان جامعة القاهرة. القاهرة.
- توفيق محمد قاسم (١٩٩٩): التلوث مشكلة اليوم والغد. الهيئة المصرية العامة للكتاب. وزارة الدولة لشئون البيئة.
- جمال الدين الوراقى (١٩٨٩): الغذاء والسرطان. دار البحر الأبيض المتوسط للنشر. القاهرة.
- حامد التكرورى وخضر المصرى (١٩٩٩) علم التغذية العامة. أساسيات فى التغذية المقارنة. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة. الطبعة الأولى.
- حسين عبدالحى قاعود ومحمد انور حسين (٢٠٠٥): المبيدات: المنافع والأضرار. دار المعارف. القاهرة.
- حمدى الأنصارى (١٩٨٣): السرطان. دار العلوم للطباعة والنشر. الرياض.
- رامى. أ (١٩٩٢): الكوليسترول والحد من مخاطره. ترجمة مركز التعريب والبرمجة. الدار العربية للعلوم. بيروت.
- زيدان هندى عبد الحميد ومحمد إبراهيم عبد المجيد (١٩٩٦): الملوثات الكيماوية. مراجعة محمد فوزى الشعراوى. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.
- زيدان هندى عبد الحميد ومحمد إبراهيم عبد المجيد (١٩٩٨): الإتجاهات الحديثة فى المبيدات ومكافحة الحشرات. الجزء الأول "الإقتصاديات - التركيب - السلوك". الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.
- زيدان هندى عبد الحميد ومحمد إبراهيم عبد المجيد (١٩٩٨): الإتجاهات الحديثة فى المبيدات ومكافحة الحشرات. الجزء الثانى "التوازن البيئى والتحكم المتكامل" الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.

- زيدان هدى عبدالحميد (١٩٩٩): تقييم مخاطر المبيدات والملوثات البيئية. مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ - ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩). جامعة القاهرة.
- زينب الأمير الشرقاوى (١٩٩٥): تأثير المبيدات الحشرية والمنزلية على النساء الحوامل. رسالة ماجستير كلية طب جامعة عين شمس. القاهرة.
- سامية محمد على الحوسينى (١٩٩٦): الأفلاتوكسينات كمشكلة غذائية بيئية صحية. مجلة أسبوط للدراسات البيئية (عدد يوليو).
- سعد على زكى (١٩٨٨): الميكروبيولوجيا التطبيقية العملية. مكتبة الأنجلو المصرية.
- شريف السيد الحمصى (١٩٩٧): خطة قومية شاملة للحد من مخاطر التلوث بالمبيدات فى مصر (ملخص). مؤتمر الجامعات فى خدمة المجتمع وتنمية البيئة. جامعة القاهرة.
- عادل مصطفى الخولى (١٩٩٩): الرقابة الصحية على الألبان ومنتجاتها. جامعة عمر مختار الدار البيضاء. الطبعة الأولى.
- عبد العزيز نور (١٩٩٩): التلوث البيئى وتأثيره على اللحوم والأسماك. مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ - ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩). جامعة القاهرة.
- عبد الجواد إمام أبوداود (١٩٩٩): ملوثات الغذاء العارضة الكيماوية. أضرارها وكيفية الحد منها مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ - ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩) جامعة القاهرة.
- عبدالرحمن مصيقر (١٩٩٧) الغذاء والتغذية: الكتاب الطبى الجامعى. منظمة الصحة العالمية المكتب الأقليمى بشرق المتوسط - أكاديمية إنترناشيونال للنشر والطباعة بيروت - لبنان
- عبده السيد شحاته (١٩٩٩): أمراض ناتجة عن الغذاء المكتبة الأكاديمية.
- على تاج الدين فتح الله تاج الدين وضيف الدين هادى الجارحى (١٩٩٨): التلوث والبيئة الزراعية. النشر العلمى والمطابع جامعة الملك سعود.
- فتحى عبدالعزيز عفيفى (٢٠٠٠): أسس علوم السموم دار الفجر للنشر والتوزيع. الطبعة الأولى.
- فرحة الشناوى (٢٠٠٣): جهازك المناعى يحميك من الميكروبات والأمراض. كتاب الهلال الطبى العدد ٢٩ دار الهلال.

- فؤاد هويدى (٢٠٠١): جنون البقر وجنون البشر. شمس للزراعة. مجلة زراعية متخصصة العدد ٤٢ ص ٣٦.
- لطفى فهمى حمزاوى (٢٠٠٤): سلامة الغذاء: الهاسب وتحليل المخاطر. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.
- مجدى خليل سليمان وآخرون (١٩٩٧): دراسات على بعض ملوثات المياه وتأثيرها على البطى المستزرع (ملخص). الندوة السعودية الأولى للعلوم الزراعية (٢٥ - ٢٧ مارس ١٩٩٧). الرياض. المملكة السعودية.
- محمد السعيد الزمينى (١٩٩٢): تحليل متبقيات المبيدات فى الأغذية.
- محمد السعيد صالح (١٩٩٢): تحليل متبقيات المبيدات فى الأغذية. وزارة الزراعة. مصر.
- عبدالله محمد إبراهيم (١٩٩٨): المبيدات سلاح نو حدين. مركز الأهرام للنشر والتوزيع.
- محمد السيد أرناؤوط (٢٠٠٧): التلوث البيئى وأثره على صحة الإنسان. الهيئة المصرية العامة للكتاب. مكتبة الأسرة.
- محمد فرج خلف وإبراهيم محمد حسن (١٩٩٥): التقرير النهائى لمشروع دراسة مسحية عن الملوثات الكيماوية لبعض أسماك المياه العذبة فى جمهورية مصر العربية (يوليو ١٩٩٤ - يونيو ١٩٩٥). المشروع القومى للأبحاث الزراعية وزارة الزراعة. القاهرة.
- محمد محمد محمد هاشم (٢٠٠٠): الأمراض التى تنتقل من الحيوان ومنتجاته إلى الإنسان. دار المعارف. القاهرة.
- محميد عبدالله الحبورى (١٩٩٠): علم البكتريا الطبية.
- مدحت حسين خليل محمد (٢٠٠١): أساسيات علم الحياه "الباب العشرون: المناعة" دار الكتاب الجامعى.
- نبيل محمد مهنا - ليلى عبدالمنعم السباعى (٢٠٠٠): تعبئة وتغليف الأغذية ومنتجات الألبان. منشأة المعارف - الأسكندرية.
- نيل إستريشيو وآخرون (١٩٩٧): التلوث الهوائى بعنصر الرصاص بمدينة القاهرة الكبرى (ملخص). مؤتمر الجامعات فى خدمة المجتمع وتنمية البيئة. جامعة القاهرة.

مراجع أجنبية

- **Abd El Kader ; M. A.; Abu Zahw , M. A.; Tork, J. Y. and Ayoub, M. R. (1994):** Organochlorine pesticide residues in milk and milk products. Egypt. J. Appl. Sci., 9 : 267.
- **Abd Alla, E. A. A., Kawther El- Shafei, G. A.; Ibrahim, G. A. and Sharaf, O.M. (1996):** Changes in microflora and biogenic amines of some market processed cheeses during storage. Egypt. J. Dairy Sci., 24 : 217.
- **Abou Arab, (1991):** Microbiological and compositional quality of dairy products in relation to some pollutants. pH. D. thesis. Faculty of Agric., Ain Shams Univ., Cairo, Egypt.
- **Ahmed, A. A. H. (1989):** Behaviour of *Listeria monocytogenes* during preparation and storage of Yoghurt Assuit Vet., Med., J. 22 :76.
- **Ahmed, A. A. H. (1989):** Behaviour virulent *Yersinia enterocolitica* in Domiatta cheese Assuit Vet., Med., J. 22 :43.
- **Ahmed, A. A. H.; Moustafa, M. K.; El Bassiony, T. A. (1986):** Growth and survival of *Yersinia enterocolitica* in Yoghurt. J. Food prot., 44 : 983.
- **Ahmed, A. A. H., Ahmed, S. H. Moustafa, M. K. and Nagah, M. Saad. (1989):** Growth and survival of *Listeria monocytogenes* during manufacturing and storage of Domietta cheese. Assuit Vet., Med., J.22 : 88.
- **Ahmed, A. El- Leboudy (1994):** Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in cream and ice cream. 6th Scientific Congress, 20 ñ 22 Nov., 1994. Fact. Vet. Med. Assiut, Egypt.
- **Ahmed, H. F. and Abd EL Gaber, G. (1994):** Occurrence of *Clostridium perfringens* in some imported dairy products with consideration to some plating media used for its enumeration. 6th Scientific Congress , 20 ñ 22 Nov. , 1994 . Fact. Vet. Med . Assiut , Egypt .
- **Al Kholy, A. M, Ragaa, S. Hafez; Aman, I. and Mahmoud, M. D. (1995):** Studies on some food ñ poisoning bacteria in ice cream. Beni ñ Suef. Vet. Med. Res., 5 : 308.
- **Al Kholy, A. M, Ragaa, S. Hafez and Mahmoud, M. D. (1995):** Occurrence of some food poisoning bacteria in Egyptian soft cheese, Beni ñ Suef. Vet. Med. Res. , 5 : 342.
- **Al Kholy, A. M. (1992):** Occurrence of *Yersinia enterocolitica* in ice cream and Yoghurt, Assuit Vet. , Med. , J. 27 :108.
- **Al Kholy, A. M.; El Shinway, S. H. and Hafiz, N. M. (1991):** Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in Egyptian soft cheese. Beni ñ Suef. Vet. Med. Res., 1: 206.
- **Al Kholy, A. M.; and Ahlam, El- Leboudy. (1995):** Incidence of *Listeria monocytogenes* and other species in Cow's and Buffaloe's milk. Beni ñ Suef. Vet. Med. Res. , 5 : 320.
- **Al Kholy, A. M.; and Ahlam, El- Leboudy. (1995):** Prevalence of *Listeria* in locally cooking and imported butter . Beni ñ Suef. Vet. Med. Res., 5 : 356.
- **Al Kholy, A. M. (1992) :** Prevalence of *Campylobacter jejuni* in milk and its puplic health significance. 5th Scientific Conference. 8 ñ 10 Nov. 1992. Fac. Of Vet. Med. , Assiut Univ. Egypt .

- **Amer, M. M. (1999):** Pesticide monitoring and its health problems in Egypt (Third World country)
مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ - ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩) القاهرة
٧٤٦ : ٧٢٦
- **Andrew, A. M.; Richard, F. S.; Michael, C. F. and Daniel, O. (1997):** Dioxin and furan residues in wood mice (*A. podemus sylvaticus*) following a large scale polyvinylchloride (PVC) fire. *Enviromental pollution*, 97: 213.
- **Andrews, L. S.; Marshall, D. L. and Groder, R. M. (1995):** Radio sensitivity of *listeria monocytogenes* at various temperatures and cell concentration. *J. Food Prot.*, 58 : 748.
- **Andrews, L. S.; and Grodnen, R. M. (1997):** Radio sensitivity of *listeria monocytogenes* using split dose application of gamma radiation. *J. Food Prot.*, 60 : 262.
- **Andrew, A. and Daniel, O. (1995):** Dioxins released from chemical accidents, *Nature*, 375 : 353.
- **Antila, P.; Antila, V.; Matula, J. and Hakkarainen, H. (1984):** Biogenic amine in cheese. Factors infiuencing the formation of biogenic amines with particular reference to the quality of the milk used in cheese making. *Michwissen schalt*, 39 : 400.
- **Back, E.; Malky, R. ; Kijser, Betal. (1980):** Enterotoxigenic *E. coli* and other gram ñ negative bacteria of infantile diarrhorea: surface antigens, hemagglutinins, colonization factor antigen and loss of entero ñ oxigenicity. *J. Inf. Dis.*, 142 : 318.
- **Baldwin, M. A., Cohen, F. E. and prusinen, S. B. (1995):** Prion protein isoforms, aconvergence of biological and structural investigations . *J. Biol. Chem.*, 270 : 197.
- **Bartik, M.; and Piskac, A. (1981):** Veterinary toxicology. 1sted Elsevier Scientific Publishing company, Amsterdam. Oxford, New York.
- **Botsoglou, N. A and Fletouris, D. J. (2001):** Drug residues in foods: Pharmacology, Food safety and analysis. New York: Marcel Dekker
- **Buchnan, R. L.; Edelson, S. G. and Boyd, G. (1999 :** Effect of pH and acid resistance on the radiation resistance of enterochemorhagic *Escherichia coli*. *J. Food Prot.*, 62: 219.
- **Carlk , R. B. (1989) :** Marine pollution . Oxford Science Publication.
- **Chapman, H. R. and Sharp, M. E. (1981):** Microbiology of cheese, in dairy microbiology Vol 2, The microbiology of milk products, Robinson, R. K. (Ed). Applied Science Publishers: London and New York.
- **Claudir, P.; Oliveira, M.; Beatriz, A. G.; James, F.B.; and Richard, A.S. (1995):** Nitrate, nitrite, and volatile nitrosamines in whey containing food. *J. Agric. Food Chem.*; 43: 967.
- **Cray, J.; Irvine, D. M.; and Kakuda, Y. (1979):** Nitrates and nitrosamines in cheese. *J. Food Protection* , 42 : 263.

- **Darwish, S. M. (1993):** Development of biogenic amines in hungain hard cheese during ripening. Egypt. J. Dairy Sci. , 21 :313.
 - **De Armond, S. J. and Prusiner, S. B. (1995):** Etiology and pathogenesis of prion diseases . Am. J. Pathol. 146: 785.
 - **Degheidi, M. A.; Effat, B. A. and Shalaby, A. R. (1992):** Development of some biogenic amines during Ras cheese ripening with special refrence to different starters. Proc.5th Egyptian conf. Dairy Sci. and Tech.
 - **Easa, M. E.; and Mahmoud, A .M. (1997):** Pollution and its effect on fish and human health in ARE. Conference, the role of universities in community and environmental development. Cairo Univ. Cairo, Egypt.
 - **Edwards, S. T. and Sandine, W. E. (1981):** Puplic health significance of amines in cheese. J. Dairy Sci. 64 : 2431.
 - **El ñ Sayed, A. M., Add ñ Alla, N. S. and Seham, Abd ñEl ñ Ghani (1993):** Evalution of pesticide residues in dried whole milk imported into Egypte. the 4th Symposium (food pollution), 15 -16 Nov. 1993 . Assiut Egypt.
 - **El ñ Nezami, H.; Kankaanpaa, P.; S. and Ahokas, J. (1998):** Physicochemical alterations enhance the ability of dairy strains of lactic acid bacteria to remove aflatoxin from contaminated media. J. Food Prot. 61 : 466.
 - **El ñ Nezami, H.; Kankaanpaa, P.; S. and Ahokas, J. (1998):** Ability of dairy strains of lactic acid bacteria to bind a common food carcinogen, aflatoxin B, Food and Chemical toxicology , 36 : 32.
 - **El ñ Zayat, A. I. and Bagoury, E. H. (1988):** Tryptamine, Tyramine and Histamine content of Domiati , Ras and Roquefort cheese. Egypt . J. Dairy Sci. 16 :197.
 - **Enb, A. K. M. (1987):** Pesticides residues in milk and dairy products, MSC. Thesis Cairo Univ.
 - **Evenson, M. L.; Hinds, M. w.; Bernstein, R. S. and Bergdoll, M. S. (1988):** Estimation of human dose of staphylococcal enterotoxin A from a large outbreak of staphylococcal enterotoxin involving chocolate milk. Int. J. Food, Mic., 7: 311.
 - **Fawzi, A. S. M. (1997):** Effects of A zinophas ñ Methyl pesticide on goats 'milk production , its chemical and physiological properties . ph.D .thesis, Cairo Univ.
 - **Fathi, S. H. M. and Saad, N. (1992):** Asurvey of some selected food items for the presence of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* species. Assuit Vet., Med. , J. 27 : 114.
 - **Fathy, F. M. (1999):** Bovine spongiform encephalopathies (BSE), Afal hazard hidden in feeds and foods: A review.
- مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ - ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩) القاهرة
- **Fischer, w. J.; Trischer, A. M.; Stadler, R. H. and Schilter, B. (2003)** Contaminants of milk and dairy products . Encyclobidia of Dairy Sci. , 1: 528.
 - **Fricker, C. R. (1987):** The isolation of Salmonellas and Campylobacters. J. Appl. Bact. , 63 : 99.
 - **Fruin, J. T. (1978):** Types of *Clostridium perfringens* isolated from selected foods . J. Food Prot., 41 : 768.

- **Garrido, M. D.; Jadral, M. and Pozo, R. (1994):** Organochlorine pesticides in spanish sterilized milk and associated health risks. J. of food protection 57: 249.
- **Garin ñ Bastuji, B. (2003) :** *Brucella spp* . Enclopedia of dairy sciences . p181 .
- **Grosvenor, C. E. ; Picciano, M. F. and Baumr ucker, C. R. (1993):** Hormons and growth factors in milk . Endocrine reviews 14:710 .
- **Halasz, A. A.; Barath, L. Simon ñ Sarkadi; and Holzapfel, W. (1994)** Biogenic amines and their production by microorganisms in food (review). Trends in food science & Technology, February vol 5. El seiver science Ltd . Publisher, London and New York .
- **Hankinson, D. J. (1975):** Potential source of copper contamination of farm milk supplies measured by Atomic Absorption Spectrophotometer J. Dairy Sci. , 58 : 326.
- **Hallikainan, A. and Vartianen, J. (1997):** Food control surveys of polychlorinated dibenzo ñp- dioxins and dibenzo furans and intake estimates. food additives and contaminats , 14 : 355.
- **Hayes, P. S.; Feeley, J. C., Graves, L. M. et al (1986):** Isolation of *Listeria monocytogenes* from Raw milk Appl. Environ. Micro. 51 : 438.
- **Hosein, H. I. and El ñ Kholy, A. M. (1993) :** Studies on Bovine brucellosis in midde Egypt. The 4th Symposium (Food pollution) 15 ñ 17 Nov. 1993. Assiut, Egypt.
- **Hubert, R, John, W.F. and Patrick, F.F. (2003):** Encyclopedia of dairy sci., Academic press , An imprint of Elsevier sci. , p 181
- **Ishiwata, H.; Inoue, T., Yamazaki, T.; Yashihira, K. (1987):** Liquid chromatographic determination of melamine in beverages. J. A ssoc. Off Anal. Chem. 70 : 457.
- **Jayne, E. Stratton; Rovert, W. Hultkins; and Steve, L. Taylor (1991):** Biogenic amines in cheese and other fermented foods : A review J. Food Production , 54 : 460.
- **Joosten, H. M. J. (1988):** The biogenic amine content of Dutch cheese and their toxicological significance. Neth. Milk Dairy J., 42 : 25.
- **Joosten, H. M. L. J. and Stadhouders, J. (1987):** Conditions allawing the fermentation of biogenic amines in cheeses, 1- Decarboylative properties of starter bacteria. Neth. Milk Dairy J. 41: 247.
- **Joosten, H. M. and Northolt, M. D. (1987):** Conditions allawing the fermentation of biogenic amines in cheeses, 2- Decarboylative properties of some non starter bacteria . Neth. milk Dairy J. 41: 259.
- **Joosten, H. M. L. J. (1987):** Conditions allawing the fermentation of biogenic amines in cheeses 3- Factors infilencing the amounts formed. Neth. milk Dairy J.41: 329.
- **Joosten, H. M. L. J. (1988):** The biogenic amine contents of Dutch cheese and their toxicological significance. Neth . milk Dairy J. 42 :25.
- **Kandil, A. A. (1999):** Pesticides residues in food.

- مؤتمر إستراتيجية إنتاج زراعى آمن فى الوطن العربى (٢٧ - ٢٩ أكتوبر ١٩٩٩) القاهرة
- **Larry Branen, A.; Michel Davidson, P.; Seppo Salminen, John, H. (2005):** Food additives 2nd ed. New York: Marcel Dekker.
 - **Lagunas ñ Solar, M. C. (1995):** Radiation processing of foods. An overview of scientific principles and current status. J. Food Prot., 58 : 186.
 - **Luce, De Vuyst and Erick, J. V. (1994):** Lactic acid bacteria and bacteriocins, their practical importance. Cited in Bacteriocins of lactic acid bacteria by L- De Vuyst and E. J. Vandamme (1994).
 - **Levin, M. M. (1987):** *Escherichia coli* that cause diarrhoea: enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic and enteroadherent. J. Inf. Dis., 155 : 377.
 - **Lee, W. H. and Mc clain, D. (1986):** Improved *Listeria monocytogenes* selective agar. Appl. Environ. Micro. 52 :1215.
 - **Lori, O. Lim, Susan, J. Scherer; Kenneth, D. Shuler; and John, P. Toth. (1990):** Disposition of cyromazine in plants under environmental conditions. J. Agric., Food Chem. 38 : 860.
 - **Mac Donald, K. L., Eidson, M., Strohmeyer, C. et al (1986):** A multistate outbreak of gastrointestinal illness caused by enterotoxigenic, *Escherichia coli* imported semi ñ soft cheese. J. Inf. Dis., 154 : 716.
 - **Mark, A. Daes hel (1993):** Application and interactions of bacteriocins from lactic acid bacteria, by Dallas G. Hoover and Larry R. Steenson (1993).
 - **Mengshi Lin; Lili He; Joseph Awika; Liyi Yang; David R ñ Ledoux; Hao Li; Azlin Mustapha. (2008):** Detection of melamine in gluten, Chicken food and processed foods using surface enhanced raman spectroscopy and HPLC. J. Food sci. , 73 : T 129.
 - **Moustafa, M. K.; Ahmed, A. H. and Marth, E. H. (1983):** Occurrence of *Yersinia enterocolitica* in raw and pasteurized milk . J. Food prot., 46 : 276.
 - **Moustafa, M. K.; (1990):** Occurrence of *Yersinia enterocolitica* in ice cream in Assuit City. Assuit Vet., Med., J. 23 : 106. 1 OR 92 B32 1994
 - **Nasr, S.; Ahmed, A. H.; Nagah, M. Saad and Eman Korashy (1992):** Incidence of *Pseudomonas aeruginosa* in milk and milk products. 5th Sci. Cong. 8 ñ 10 Nov., 1992 . Fact. Vet. Med . Assiut , Egypt.
 - **Neamat Allah, A. A. (1997):** Biogenic amines in karish and Mesh cheese in Egypt. Egypt . J. Dairy Sci. , 25 : 337.
 - **Otero, A.; Garcia, M. C.; Garcia, M.L. and Moreno, B, (1987):** Production of Staphylococcal enterotoxins C₁ and C₂ in ewe's milk. Food mic., 4 : 339.
 - **Paakkola, O., and Wiechen, A. (1990):** Radionuclides in dairy products. International Federation, Bulletin, 247 : 13.
 - **Pira, G.; Galvano, F.; Pietri, A. and Piva, A. (1995):** Detoxification methods of aflatoxins. A review, Nutr. Res. 5: 689.
 - **Pierson, M. D. and Reddy, N. R. (1988):** *Clostridium botulinum* status summary. Food Tech., 42 : 196.
 - **Ramas, A. J.; Fink Gremmels, J. and Hernandez, E. (1997):** Prevention of toxic effects of mycotoxins by means of non ñ nutritive adsorbent compounds. J. food prot. 59 : 631.

- **Sallam, S. S.; Hafez, N. M.; El ñ Kholy, A. M. and Amen, I. H. (1991)** Incidence of *Bacillus cereus* in milk and some dairy products in Egypt. J. Egypt. Vet. Med. Ass., 51 :153.
- **Shafiur, M. R. (2001). Handbook of food preservation.** New York . Marcel Dekker.
- **Shah, N. P. (1994):** Psychrotrophs in milk: A review. Milchwissenschaft, 49 :432.
- **Smith, J. E.; Solmons, G., Lewis, C. and A nderson, J.G. (1995):** Role of mycotoxins in human and animal nutrition and health. Nat, Toxins, 3 : 187.
- **Straton, J. e.; Hutkins, R.W. and Taylor, S. L. (1991):** Biogenic amines in cheese and other fermented foods A review; J. Food prot., 54 : 460.
- **Thomas, J. M. and Alan, L.K. (1993):** Antimicrobial proteins: Classification, nomenclature, diversity and relationship to bacteriocins. Cited in Bacteriocins of lactic acid bacteria, by Dallas G.Hoover and Larry R. Steenson (1993).
- **Timothy, T. (1987):** Radioactivity and its measurements in food stuffs . Dairy and Food Sanitation, 7 : 452.
- **Wayland, J. H. Jr. and Edward, R. L. Jr. (1991):** TCDD and other carcinogenic materials Handbook of pesticide toxicology , vol 3. p 1217 ñ 1243.
- **Websites**
- **http :llen . Wikipedia .org /wiki / Melamine 30 / 10 / 2008.**
- **Yadau, J. S., Sunita Grover and Batish, V. K. (1993):** A comprehensive dairy microbiology. Metropolitan, New Delhi, India.



يعتبر التلوث الغذائي وأثره الضار على الإنسان والحيوان، من أهم الموضوعات التي تشغل اهتمامات العالم أجمع.

واللبن أحد مكونات الغذاء الأساسية لجميع الأعمار، ومصدر وحيد للتغذية خلال الفترة الأولى من حياة الإنسان.

يتناول هذا الكتاب بالشرح والتحليل ملوثات اللبن ومنتجاته في أربعة أجزاء:

الجزء الأول: الملوثات: مصادرها وعلاقتها بالنشاط الحيوي للإنسان.

الجزء الثاني: الملوثات الحيوية للبن ومنتجاته:

- أ - ملوثات حيوية مسببة للأمراض.
- ب - ملوثات حيوية مسببة لفساد اللبن ومنتجاته.

الجزء الثالث: الملوثات الغير حيوية للبن ومنتجاته.

- أ - التلوث بالمعادن الثقيلة والسامة.
- ب - التلوث بالمبيدات الحشرية.
- ج - التلوث بالإشعاع.
- د - التلوث ببقايا المنظفات والمطهرات.
- هـ - التلوث ببقايا مواد التعبئة والتغليف.

الجزء الرابع: مواد ضارة متنوعة:

- أ - مواد توجد طبيعياً باللبن: مثل اللاكتوز والبروتين وتسبب متاعب صحية لبعض الأفراد (حساسية).
- ب - مواد تتكون نتيجة بعض العمليات التصنيعية.
- ج - مواد مضافة لإطالة مدة الحفظ أو تحسين الخواص.

والله ولي التوفيق ..؛

الناشر



ISBN: 978 - 977 - 281 - 488 - 6

ACADEMIC BOOKSHOP
EGYPTIAN JOINT-STOCK CO.

CAIRO 2002

